

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1932-1933 N° 169

Travail du Laboratoire de Pathologie interne et du Service
de M. le Professeur Froment

Réflexes Statiques de l'Animal et de l'Homme

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 10 Mai 1933

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Bernard SPINDLER

Né le 27 Juin 1908, à CERNAUTI (Roumanie)



LYON

BOSC Frères, M. et L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

—
1933

Réflexes statiques de l'animal et de l'homme



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année Scolaire 1932-1933 N° 169

Travail du Laboratoire de Pathologie interne et du Service
de M. le Professeur Froment

Réflexes Statiques de l'Animal et de l'Homme

THÈSE

PRÉSENTÉE

à la FACULTÉ de MÉDECINE et de PHARMACIE de LYON

et soutenue publiquement le 10 Mai 1933

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Bernard SPINDLER

Né le 27 Juin 1908, à CERNAUTI (Roumanie)



LYON

BOSC Frères, M. et L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

1933

PERSONNEL DE LA FACULTE

Doyen honoraire	M. L. HUGOUNENQ
Doyen	M. J. LEPINE
Assesseur	M. A. MOREL

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. CAZENEUVE, ROQUE, LANNOIS, HUGOUNENQ, ROCHET, BARRAL, ROLLET.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. PIC
Cliniques chirurgicales	PAVIOT
Clinique obstétricale et Accouchements	TIXIER
Clinique ophtalmologique	BERARD
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	VORON
Clinique neurologique et psychiatrique	X. BONNET, agrégé.
Clinique des maladies des enfants	chargé de cours
Clinique des maladies des femmes	NICOLAS
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	LEPINE (J.)
Clinique des maladies des voies urinaires	MOURIQUAND
Clinique chirurgicale, infantile et orthopédie	VILLARD
Clinique et prophylaxie de la tuberculose	CO' LET
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	GAYET
Chimie biologique et médicale	NOVE-JOSSERAND
Chimie organique et Toxicologie	COURMONT
Matière médicale et Botanique	CLUZET
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	FLORENCE
Anatomie	MOREL
Histologie	MANCEAU
Physiologie	GUIART
Pathologie externe	LATARJET
Pathologie interne	POLICARD
Pathologie et Thérapeutique générales	DOYON
Anatomie pathologique	LERICHE
Chirurgie opératoire	FROMENT
Médecine expérimentale et comparée et bactériologie	CADE
Médecine légale	FAVRE
Hygiène	PATEL
Thérapeutique	ARLOING (F.)
Pharmacie et Pharmacologie	Etienne MARTIN
Hydrologie thérapeutique et climatologie	ROCHAIX
	SAVY
	LEULIEH
	PIERY

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

Chargé d'un cours de Propédeutique de gynécologie	MM. CONDAMIN
Chargé d'un cours d'Anatomie médico-chirurgicale	THEVENOT (Léon)
Chargé d'un cours d'Embryologie	NOEL

CHARGES DE COURS COMPLEMENTAIRES

Chirurgie expérimentale	MM. TAVERNIER
Stomatologie	PONT

AGREGES

MM.	MM.	MM.	MM.
NOGIER	DUFOURT	DECHAUME	MORENAS
RHENTER	DEVIC	BERNHEIM	REBATTU Ch.
MAZEL	GABRIELLE	POLLOSSON	REVOL Ch.
SANTY	MARTIN (Joseph)	CHAMBRON	ENSELME Ch.
CHALIER (André)	ROCHET (Ph.)	CIBERT	SEDALLIAN Ch.
CHALIER (Joseph)	WERTHEIMER	EPARVIER	
DUMAS	GATE	GUILLEMINET	

EXAMINATEURS DE LA THESE

MM. FROMENT, président ; DUMAS, assesseur ;
DEVIC et DECHAUME



La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

AUX MIENS

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR J. FROMENT

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon
Médecin des Hôpitaux
Officier de la Légion d'Honneur

Nous avons trouvé auprès de lui l'accueil le plus aimable et un enseignement toujours passionnant. Nous garderons un souvenir ineffaçable des longues matinées passées dans son service, où nous pûmes, chaque jour davantage, nous pénétrer de ce souci constant d'objectivité qui est à la base même de la discipline neurologique.

Que mon cher Maître veuille bien trouver ici l'expression de mes sentiments de respectueuse affection et de profonde reconnaissance.

A MES JUGES

A MON MAITRE
MONSIEUR LE DOCTEUR G. ROUX

*Médecin-Directeur du Sanatorium de Mardor
Chevalier de la Légion d'Honneur*

Qui restera pour moi un bel exemple de compétence, de conscience professionnelle et de dévouement aux malades.

Témoignage de mon respect et de mon affection.

A MONSIEUR LE DOCTEUR J. MALHERBE

*Médecin-Assistant au Sanatorium de Mardor
Chevalier de la Légion d'Honneur*

Avec notre respectueuse sympathie et en le remerciant de l'intérêt qu'il nous a toujours porté.

A MONSIEUR L'ABBÉ M. LE CLEC'H

Aumônier du Sanatorium de Mardor

En souvenir de nos longs rapports,
toujours amicaux. Très cordialement.

A MES EXCELLENTS AMIS
LES DOCTEURS H. FUSTIER ET
J.-S. BONIFACJ

Auxquels me relie de longue date
une vive amitié, avec mes vœux de
brillant avenir.

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DES
HOPITAUX DE LYON

A MES MAITRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DES
HOPITAUX DE MONTPELLIER

PREMIERE PARTIE

**La station debout et les réactions
d'équilibre de l'animal**

Réflexes statiques de l'animal et de l'homme

CHAPITRE PREMIER

Généralités. La station debout de l'animal spinal et du décérébré

Cette première partie de notre travail est avant tout une analyse des recherches remarquables de Rademaker, exposées dans son livre récent sur la station debout. Tandis que la plupart des auteurs, dans leurs études sur la statique, s'adressaient surtout à l'animal décérébré et, d'une façon générale, à l'animal mutilé par des sections du névraxe à différents niveaux, le savant néerlandais étend ses recherches aussi bien à l'animal intact qu'à l'animal décérébellé ou privé des hémisphères cérébraux. Dans de longues et patientes expériences, menées avec une rigueur scientifique et un esprit critique très poussés, Rademaker s'attaque au problème si complexe de la réfectivité statique, terme pris dans son sens le plus large. Il arrive à des résultats fort intéressants, quant aux mécanismes réflexes permettant à l'animal de tenir debout et de s'adapter à des conditions statiques variables.

Rappelons avant d'entrer dans des détails quelques définitions que nous empruntons à Rademaker.

« On désigne sous le nom de *réactions statiques* les phénomènes réflexes qui conditionnent toute position active du corps ou d'une de ses parties. » Le terme *position active* s'applique à l'animal debout. On parle de *position passive* quand il s'agit d'un animal en état de relâchement musculaire, couché sur le côté, par exemple. Les réflexes qui y aboutissent sont désignés comme réactions statiques négatives. Ceux qui conditionnent une position active s'appellent réactions statiques tout court.

D'autre part, on distingue des *réactions statokinétiques* déclanchées par des mouvements. Il est difficile de les séparer des premières par une cloison étanche. Car très souvent telle réaction qui était statokinétique au début, aboutit à la fin à une réaction statique.

Des réflexes à fonction sensiblement analogue ont été réunis dans des sous-groupes.

Ainsi les *réflexes d'attitude* (Haltungsreflexe), qui tiennent sous leur dépendance la position des différentes parties du corps les unes par rapport aux autres et la fixation articulaire nécessaire. Font partie de ce groupe : les réflexes toniques du cou, les réflexes toniques labyrinthiques, les réactions de soutien, etc.

Les *réflexes de redressement* de Magnus (Stellreflexe) conditionnent la position du corps dans l'espace. Ils permettent à l'animal de reprendre sa position normale — ou de base, dorso-ventrale — en partant de n'importe quelle situation dans l'espace.

Sous « *stehbereitschaft* » — aptitude de se mettre debout — on comprend un ensemble de réflexes qui portent les derniers segments des membres dans la po-

sition requise pour la station debout et les y maintiennent.

Les *réactions d'équilibre* occupent un rang à part. Elles ont pour mission de maintenir le centre de gravité du corps à l'intérieur du polygone de sustentation ou de l'y ramener le cas échéant.

Pour étudier les réflexes statiques sous tous les angles voulus, les auteurs qui se sont occupés de la question ont dû recourir à des transsections étagées du névraxe. C'est ainsi qu'on a pu expérimenter sur l'animal spinal et sur le décérébré. On a été amené à pratiquer l'ablation des hémisphères cérébraux et du cervelet, enfin à combiner différentes mutilations pour se rendre compte des répercussions sur la réflectivité statique et pour essayer d'en tirer des conclusions quant à la localisation des mécanismes régulateurs.

Comme nous avons dit plus haut, c'est le grand mérite de Rademaker et ce qui fait le principal intérêt de ses travaux qu'il ne s'est pas cantonné dans un domaine étroit. Ses recherches éclairent un vaste problème. Nous nous proposons d'en rapporter les lignes essentielles et de confronter ses conclusions avec les résultats obtenus par d'autres auteurs.

Jetons d'abord un coup d'œil rapide sur l'état de la fonction statique chez l'animal spinal et chez le décérébré.

Après section de la moelle dorsale dans sa partie moyenne, on retrouve chez le chien un certain nombre de réflexes, aussitôt que les phénomènes de choc se sont dissipés : *flexion reflex*, *crossed extension*, réflexes rotuliens et souvent clonus patellaire. On peut

mettre en évidence un tonus musculaire. Les pattes postérieures exécutent certains mouvements avec une force notable, ainsi, par exemple, des mouvements de grattage. Cependant elles ne peuvent supporter le poids du train postérieur. La station debout est impossible. Philippson a publié des vues cinématographiques représentant des chiens capables de marcher et même de courir, après section de la moelle dorsale. Mais Magnus constata qu'il s'agissait d'une illusion due à une adaptation des chiens. En effet, ils apprennent au bout d'un certain temps à maintenir leur train postérieur horizontalement au-dessus du sol, grâce à une attitude appropriée de la tête et à une forte contraction des muscles de l'épaule. Les pattes postérieures, simplement suspendues au tronc, exécutent des mouvements réflexes qui donnent l'impression que les animaux sont capables de se tenir sur leurs pattes postérieures. De nombreuses observations de Magnus, dont quelques-unes poursuivies pendant des années, lui ont prouvé qu'il n'en était rien. L'animal spinal ne tient pas réellement debout.

Voyons maintenant ce qu'il en est de la station debout chez le décérébré. En 1896, Sherrington montre qu'une rigidité en extension apparaît chez l'animal après section du mésencéphale entre les tubercules quadrijumeaux antérieurs et postérieurs. L'animal décérébré placé sur ses pattes peut tenir debout. Sherrington parle de « standing reflex ».

Cette rigidité existe dans toutes les positions qu'on donne à l'animal — qu'il soit debout, couché sur le dos, le ventre ou le côté, maintenu en l'air. Cependant

elle subit des variations d'intensité à la suite de changements de position sans jamais disparaître complètement.

Sous l'influence des réflexes toniques labyrinthiques, la rigidité augmente nettement en position dorsale, elle est maxima quand le museau dirigé en haut forme un angle de $+ 45^{\circ}$ avec l'horizontale (Magnus et de Kleyn). Mais elle ne manque pas tout à fait en position ventrale et existe encore nettement après extirpation des labyrinthes (Magnus).

La position de la tête par rapport au cou (réflexes toniques du cou) a une influence évidente sur la rigidité. Celle-ci diminue aux pattes antérieures quand on abaisse la tête de l'animal en direction ventrale, elle augmente quand on la relève vers le dos. C'est l'inverse qui se passe pour les pattes postérieures. Mais les réflexes toniques du cou, eux non plus, ne sont indispensables pour la persistance de la rigidité.

Sherrington, qui observe sa disparition au niveau d'une patte après section des racines postérieures correspondantes, a ainsi démontré que les excitations proprioceptives, partant des muscles, sont d'une grande importance dans la genèse de la rigidité de décérébration. Avec Liddell il soutient que les excitations proprioceptives sont déclanchées par un étirement, un allongement des muscles, sous l'influence de la charge qu'ils doivent supporter, ce qui amène des contractions réflexes (myotatic reflex).

Mais ces excitations — dit Rademaker — ne suffisent pas pour expliquer la rigidité en position latérale où les muscles ne subissent aucun étirement. D'après

lui, la rigidité de décérébration serait due très probablement à de nombreux réflexes statiques agissant dans le même sens et qu'on doit classer parmi les réflexes d'attitude.

Quant à la station debout du décérébré, elle se différencie tellement de celle de l'animal normal, que Rademaker se demande s'il s'agit encore, à proprement parler, d'une station debout. En effet, sans considérer l'hypertonie des extenseurs, il est une série de particularités qui font que le décérébré ressemble beaucoup dans sa statique à un pantin. Pour qu'il reste debout, il faut placer ses pattes dans une position convenable, le mettre à l'abri de la plus légère secousse. Et encore ne tient-il pas plus longtemps que cinq ou dix minutes au maximum. Par lui-même il est totalement incapable de placer ses pattes dans la position requise pour la station debout. Il ne corrige pas des positions anormales. Maintenir ou rétablir son équilibre lui est impossible. En somme, l'animal décérébré ne tient debout que par une répartition anormale du tonus musculaire qui ne s'adapte pas aux conditions statiques.

Les centres de la rigidité doivent être situés dans le bulbe, car elle disparaît après section au niveau de la région bulbaire inférieure. Les excitations qui la déclanchent suivent des voies qui ne passent pas dans le cervelet. Magnus et Beritoff ont observé un cas de rigidité de décérébration persistant huit heures après l'extirpation du cervelet.

CHAPITRE II

Etude expérimentale des réflexes statiques et des réactions d'équilibre de l'animal

Deux facteurs rendent possible une station normale : D'une part la « stehbereitschaft », l'aptitude de placer les extrémités dans la position requise pour la station debout, et d'autre part, un tonus de soutien (Stütztonus) suffisant.

A. — La " STEHBEREITSCHAFT "

Elle est conditionnée par des excitations à point de départ cutané et par des excitations optiques.

Un chien intact, tenu en l'air, la tête en bas et ayant un bandeau devant les yeux, maintient ses pattes antérieures en arrière fléchies ou étendues. Dès qu'on met en contact la face inférieure du museau avec le bord d'une table, le chien porte ses pattes antérieures en avant et les pose à côté du museau. Puis il les étend en redressant tête et train antérieur. Si le contact a lieu au niveau de la face dorsale des pattes antérieures ou

de la région thoracique antérieure, le résultat est le même.

Un chien tenu en l'air la tête en haut et qu'on rapproche lentement du bord de la table, porte ses pattes postérieures en arrière et les pose sur celle-ci, dès que sa queue ou la face postérieure des cuisses ont touché le bord. Suit une extension complète des pattes qui arrivent à soutenir le train postérieur.

L'animal a les mêmes réactions, quand le contact se fait au niveau des téguments du ventre ou de la face antérieure des cuisses. Seulement, dans ces cas, les pattes postérieures sont portées en avant.

Ces réactions, étudiées par Rademaker, ont les caractères des réflexes conditionnels de Pawlow. En effet, lorsqu'on touche un certain nombre de fois le museau ou la queue de l'animal, sans que les pattes portées en avant ou en arrière, suivant les cas, rencontrent un point d'appui, on ne déclanche plus ces réactions. On peut les réactiver en rapprochant l'animal du bord de la table de façon à obtenir un contact d'abord du museau ou de la queue, puis des pattes correspondantes. De même les réactions de la « stehbereitschaft » réapparaissent après un repos de quelques jours.

Elles manquent complètement et définitivement après ablation des hémisphères cérébraux. On les retrouve du côté homolatéral seulement après extirpation d'un seul hémisphère cérébral. Ni l'animal spinal, ni le décérébré, ne présentent ces réactions. Par contre, l'ablation du cervelet n'entraîne qu'une disparition passagère de quelques jours ou de quelques semaines, due très probablement au choc opératoire.

On connaît la sensibilité extrême des réflexes conditionnels à toutes sortes d'influences inhibitrices.

Chez le chien nouveau-né, la « stehbereitschaft » des pattes antérieures peut être mise en évidence dès la troisième ou quatrième semaine. Pour les pattes postérieures, ce n'est que beaucoup plus tard le plus souvent. Cependant, en répétant les manœuvres régulièrement tous les jours dès la naissance, on voit que la « stehbereitschaft » apparaît déjà vers la quatrième semaine. Dans la terminologie de Pawlow, les chiens doivent « apprendre » ce réflexe.

Il semble bien que les centres de perception des excitations correspondant à la « stehbereitschaft » se trouvent dans les hémisphères cérébraux. Rademaker interprète certains troubles dans la correction de positions anormales des pattes observées chez l'animal thalamique (sans hémisphères cérébraux) comme dépendant de l'absence de la « stehbereitschaft ».

Des excitations optiques jouent également un rôle important dans les réactions étudiées plus haut. Un chien intact et dont les yeux ne sont pas bandés est maintenu en l'air, tête en bas. Dès qu'on approche son museau du bord d'une table, l'animal y place ses pattes avant qu'un contact ait eu lieu. Il s'agit, dans ce cas aussi, d'un réflexe conditionnel. Car si l'on rapproche plusieurs fois la tête de l'animal de la table et qu'on le retire juste au moment où il s'apprête d'y poser ses pattes, il inhibe ce réflexe.

Après les différentes opérations pratiquées sur le névraxe, la « stehbereitschaft » optique se comporte de même façon que celle déclanchée par excitation cutanée : Il y a analogie complète.

B. — Les Réactions de soutien

En outre de la position correcte des pattes, un tonus de soutien suffisant est nécessaire pour la station debout. Il est déclenché par la contre-pression qu'exerce sur les soles plantaires la surface résistante sur laquelle se trouve l'animal. Dans ses expériences Rademaker la remplace souvent par une pression de la main, surtout quand l'animal se trouve en position dorsale ou latérale. Sous le terme *position correcte* des pattes il entend : pour les pattes antérieures — l'extension du poignet, les doigts dirigés en avant et presque verticalement ; pour les pattes postérieures, une position analogue.

Si l'on tient en l'air un animal intact en position ventrale, on remarque que ses pattes sont demi-fléchies. Il suffit de le placer sur une table, pour constater que ses extrémités se sont transformées en piliers solides, qui présentent un fort tonus de soutien. Cinq facteurs entrent en jeu pour le déclancher :

1° Un simple contact avec la sole plantaire (réaction dite magnétique) ; 2° La position des derniers segments des membres ; 3° La pression sur la sole plantaire ; 4° L'interdépendance des positions des articulations proximales (épaule - coude - poignet ; hanche - genou - tibiotarsienne) ; 5° La flexion passive des articulations sous l'influence de la pression qui s'exerce sur les soles plantaires.

RÉACTIONS DITES MAGNÉTIQUES.

C'est une réaction de soutien beaucoup plus facile à mettre en évidence chez le décérébellé que chez l'animal intact. Chez ce dernier, les conditions expérimentales ont une action inhibitrice, en particulier la position dorsale. Il y a donc des variations individuelles.

a) *Pattes postérieures.* — Chez un chien en position dorsale, un simple attouchement au doigt, au niveau de la sole plantaire, provoque l'extension complète du membre et la fixation dans cette position, tant que dure le contact. Quand on retire le doigt, la patte se fléchit immédiatement. L'occlusion des yeux ne modifie en rien cette réaction. Son nom vient de ce que la patte qu'on touche suit, comme sous l'influence d'une attraction magnétique, le doigt qui se retire lentement. Il s'agit d'une réaction extéroceptive.

Il résulte des expériences de Rademaker qu'elle s'observe dans n'importe quelle position. Il y a contraction de tous les muscles de la patte correspondante, aussi bien des extenseurs que des fléchisseurs, adducteurs et abducteurs. L'articulation de la hanche est fixée.

On observe aussi une contraction des muscles de la colonne dorso-lombaire et, dans certaines circonstances, des muscles de la colonne cervicale. Ainsi, par exemple, la concavité dorsale d'un animal tenu en l'air, se redresse sous l'influence d'un simple effleurement de la sole plantaire. Ce redressement s'opère encore quand on charge l'animal d'un sac de sable. La réaction magnétique s'accompagne donc de phé-

nomènes musculaires très diffus. On note même une diminution du tonus de soutien de la patte contre-latérale, mise en évidence par la recherche de la résistance à la flexion passive.

Dans certains cas, il existe des modifications toniques au niveau des pattes antérieures.

Différents facteurs, tantôt favorables, tantôt défavorables, influencent la réaction magnétique : Position de la tête dans l'espace et par rapport au cou, position du cou par rapport à la colonne dorsale, courbure du dos, position du bassin par rapport à la colonne, etc. Nous étudierons dans la suite tous ces facteurs, en considérant les modifications qu'ils apportent au tonus de soutien.

b) *Pattes antérieures.* — La réaction magnétique s'obtient seulement en position ventrale. Elle s'accompagne d'une contraction des muscles de la colonne dorsale supérieure et, dans certains cas, des muscles du cou. Pour la déclancher en position dorsale, il suffit de redresser au préalable, le poignet qui est fortement fléchi.

*
* *

Comment se comporte la réaction magnétique après ablation des hémisphères cérébraux? Les expériences de Rademaker montrent qu'elle manque complètement. Elle existe du côté homolatéral, après extirpation d'un seul hémisphère. De toute façon, elle n'est pas une manifestation de la « stehbereitschaft », car si on place un animal intact en position dorsale, le contact du museau avec le bord d'une table ne donne lieu à

aucune réaction, tandis que l'attouchement d'une sole plantaire provoque une extension complète et immédiate. D'autre part, la réaction magnétique n'a aucun caractère conditionnel.

Chez l'animal spinal ou décérébré elle n'existe pas. On la retrouve, par contre, constamment après extirpation des labyrinthes qui ne sont donc pas indispensables pour sa production. Chez le chat et chez le lapin, l'expérimentation ne permet pas de mettre en évidence la réaction magnétique. Rademaker pense que la fonction de soutien est moins développée chez ces animaux dont les pattes postérieures servent aussi à grimper. Aux pattes antérieures on obtient un réflexe de préhension (Greifreflex) qui existe aussi après ablation des hémisphères cérébraux et ne semble pas être de même nature que la réaction magnétique.

Enfin, pour conclure, il faut dire que cette réaction n'est pas indispensable pour la production d'un tonus de soutien suffisant. Des chiens thalamiques tiennent parfaitement debout, de même que des chats dont les extrémités sont rendues insensibles par des sections nerveuses (Sherrington).

INFLUENCE DE LA POSITION DES DERNIERS SEGMENTS DES MEMBRES SUR LE TONUS DE SOUTIEN

Si l'on fixe le poignet d'un animal en extension, toute la patte devient rigide et oppose une résistance presque insurmontable à toute tentative de flexion passive. Coude et bras sont en extension, l'omoplate est

fixée. Dès qu'on fléchit le poignet, la résistance cesse et on peut déplacer la patte dans tous les sens.

La forte flexion du poignet empêche l'extension maxima du coude. On fait les mêmes observations pour les pattes postérieures.

Comme l'extension du poignet et le mouvement dorsal des doigts produisent un étirement des fléchisseurs, il serait possible, d'après Rademaker, que cet allongement déclanche des excitations dans ces muscles. Ces contractions se produisent encore après section des nerfs cutanés. Il s'agit donc de réactions proprioceptives qui participent probablement à la production du tonus de soutien. (Rôle de la « stehbereitschaft ».)

LA PRESSION SUR LES SOLES PLANTAIRES

Si l'on met un chien intact ou décérébellé en position dorsale et qu'on étend son poignet sans toucher la paume, la patte se fixe en extension. Un léger contact du doigt de l'expérimentateur avec la surface palmaire du chien augmente le degré d'extension. Quand on exerce une pression, celle-ci devient encore plus forte et, en même temps, la fixation articulaire devient telle que toute mobilisation passive du membre est impossible.

La pression agit par plusieurs mécanismes. D'abord comme simple contact. En second lieu, elle provoque une surextension du poignet avec, comme corollaire, un plus grand allongement des fléchisseurs, ce qui augment l'intensité des contractions réflexes. Et enfin,

Il y a une légère flexion du coude et de l'épaule, ce qui entraîne un étirement des extenseurs et par suite, des contractions réflexes de ces muscles. La fixation articulaire se trouve encore renforcée.

En somme, les facteurs du tonus de soutien, dont nous venons de donner une description rapide, constituent les *réactions de soutien positives*, c'est-à-dire aboutissant à une *position active*.

INTERDÉPENDANCE DES ARTICULATIONS PROXIMALES

L'extension passive d'une articulation proximale des pattes antérieures ou postérieures a comme résultat l'extension des autres articulations proximales de la patte correspondante. Inversement, sa flexion passive aboutit au relâchement des autres jointures. Ces phénomènes s'observent chez l'animal intact, décérébellé ou privé des hémisphères cérébraux.

Pour les expliquer il n'est pas indispensable d'invoquer des réflexes spéciaux. La disposition anatomique des muscles qui sautent deux articulations, suffit pour rendre compte de cette interdépendance. Des observations faites sur des chiens en anesthésie profonde et sur le cadavre semblent le prouver. Quoi qu'il en soit, la question n'est pas encore résolue définitivement à l'heure actuelle et des recherches restent à faire.

L'interdépendance des articulations proximales explique les modifications du tonus de soutien aux pattes postérieures qu'on observe quand on soulève le train antérieur de l'animal. Dans ce cas, le degré d'extension de la hanche sur le bassin augmente, et

ceci a une répercussion immédiate sur les autres jointures, se traduisant par une augmentation du tonus de soutien. L'abaissement du train antérieur produit naturellement le résultat inverse.

Aux pattes antérieures les choses se passent d'une manière analogue quand on relève ou quand on abaisse le train antérieur de l'animal.

*
* *

Parmi les différents facteurs qui contribuent à la production du tonus de soutien nécessaire à la station debout, ce sont les réactions proprioceptives qui jouent le principal rôle. La réaction magnétique n'est pas indispensable.

Il y a des points communs entre les réactions proprioceptives de soutien et les réflexes myotatiques de Sherrington observés sur l'animal décérébré. Les uns et les autres sont déclenchés par étirement musculaire, persistent après suppression de la sensibilité cutanée et durent tant qu'on maintient l'état d'allongement du muscle.

Mais les différences sont nombreuses et importantes. Les réflexes myotatiques ne s'observent qu'aux extenseurs, le muscle allongé seul se contracte. Or, les réactions proprioceptives de soutien sont dues précisément à l'étirement des fléchisseurs des derniers segments des membres. Elles s'accompagnent de contractions réflexes d'autres muscles encore.

Sherrington, se basant sur ses expériences sur le décérébré, est d'avis que la station debout est due

exclusivement à la contraction des extenseurs. Mais chez l'animal intact, décérébellé ou sans hémisphères cérébraux, on observe, ainsi que l'a montré Rademaker, des contractions simultanées des fléchisseurs et ceci a certainement une grande importance pour le maintien des diverses attitudes statiques.

Les réactions déclanchées par une pression sur les soles plantaires diffèrent des réactions magnétiques, en ce sens qu'elles provoquent une fixation articulaire beaucoup plus forte avec un moindre degré d'extension. Il semble bien que l'optimum de résistance à la flexion passive se trouve dans une sorte de position intermédiaire. Aussi, le chien debout et, à fortiori le chien ayant le dos chargé, ne présentent jamais une extension complète des pattes. Mais, d'une façon générale, il faut que la pression soit suffisamment forte pour que les choses se passent de la manière que nous venons d'indiquer.

En résumé, les phénomènes qu'on observe après une pression sur les soles plantaires sont les suivants :

Au niveau des pattes antérieures : 1° Extension et fixation du membre ; 2° Fixation de l'omoplate ; 3° Changement de position et fixation de la colonne ; 4° Dans certaines conditions, modifications toniques des muscles du cou.

Au niveau des pattes postérieures : 1° Extension et fixation du membre ; 2° Changement de position et fixation du bassin ; 3° Changement de position et fixation de la colonne ; 4° Dans certaines conditions, modifications toniques des muscles du cou et des pattes antérieures.

Par conséquent on observe les mêmes phénomènes que par simple attouchement, avec cette seule différence que l'extension est moindre pour une pression plus forte.

Chez l'animal thalamique, c'est-à-dire sans hémisphères cérébraux, les réactions proprioceptives de soutien existent, mais ne sont pas tout à fait normales. Le tonus de soutien des pattes postérieures est diminué.

Chez le décérébré les recherches sont difficiles à réaliser. Néanmoins, on observe une augmentation de la fixation à la suite d'une pression sur les soles plantaires. La flexion passive des derniers segments des membres diminue quelquefois la rigidité, mais ne la fait jamais disparaître.

Chez l'animal spinal, comme après section des racines postérieures, rien de net ne peut être mis en évidence.

Après ablation du cervelet, les réactions de soutien sont troublées pendant quelques jours, mais elles réapparaissent assez rapidement et sont alors particulièrement vives. L'extirpation unilatérale amène quelques troubles du côté correspondant. Mais peu à peu tout rentre dans l'ordre et 4-5 semaines après l'opération les réactions de soutien, plus vives que normalement, existent des deux côtés.

Le chien privé d'un seul hémisphère cérébral peut marcher et courir dès les premières heures qui suivent l'extirpation. Mais pendant assez longtemps il garde un affaiblissement ou une abolition de la réaction magnétique aux pattes contralatérales. Il présente également des troubles de la « stehbereitschaft ».

Il est difficile, à l'heure actuelle, de se représenter le mécanisme central des réactions proprioceptives de soutien. On sait qu'elles sont déclanchées par étirement musculaire. Après section de tous les fléchisseurs des doigts et du poignet, respectivement des fléchisseurs des orteils et du cou-de-pied, elles manquent complètement. Des excitations partant des surfaces articulaires ou d'origine périostée ne participent pas, par conséquent, à leur production.

Chez le décérébré on observe des contractions toniques localisées aux muscles allongés. Sherrington émet l'hypothèse de centres de plus en plus haut situés et dont la suppression explique l'absence des réactions proprioceptives de soutien après décérébration. Rademaker penche plutôt vers l'idée d'un tonus initial différent. Il se base sur certaines observations d'où il résulte qu'une même excitation peut déclancher des réactions variables suivant le tonus initial. Mais nous sommes là en pleine hypothèse et Rademaker conclue à la nécessité de poursuivre les recherches pour bien fixer le mécanisme central des réactions de soutien.

C. — La force du tonus de soutien et son adaptation à la charge

On peut charger d'un fardeau assez lourd le dos d'un chien debout sans que ses pattes fléchissent. Il y a dans une certaine mesure un excédent de tonus de soutien. Mais, en général c'est grâce à une adaptation

quasi instantanée que l'animal arrive à supporter des charges d'un poids assez considérable.

Si on laisse tomber brusquement un sac de sable sur le dos d'un chien debout, ses pattes fléchissent d'abord un peu puis se redressent. Cette adaptation résulte de l'augmentation de la contre-pression qui s'exerce sur les soles plantaires. D'où intensité plus grande des excitations extéroceptives en même temps que le degré d'allongement des fléchisseurs des derniers segments des membres s'accroît notablement. A ajouter un étirement des tendons extenseurs des articulations proximales. Or Liddell et Sherrington ont montré que la contraction réflexe d'un muscle extenseur était proportionnelle à l'allongement qu'il subissait.

Il est très probable que des excitations proprioceptives jouent un rôle important dans l'adaptation du tonus de soutien à la charge. Car elle est fortement troublée après section des racines postérieures, tandis que l'anesthésie cutanée la laisse indemne.

La force du tonus de soutien, c'est-à-dire la faculté d'adaptation à la charge la plus lourde que puissent supporter les pattes sans fléchir, se comporte différemment chez l'animal intact, chez le décérébellé et chez l'animal thalamique.

Elle dépend essentiellement du point où s'exerce le poids et de la position de l'animal. La plupart des chiens intacts peuvent porter sur leur dos une charge correspondant à peu près au poids total de leur corps. Si on augmente la charge, les pattes postérieures cèdent d'abord, puis les pattes antérieures et l'animal se cou-

che à plat ventre. Il faut en conclure que la force du tonus de soutien est moindre aux pattes postérieures. Car des expériences avec des chiens placés sur deux balances, de sorte que les pattes antérieures reposent sur une et les pattes postérieures sur l'autre, montrent une répartition égale du poids total sur les membres antérieurs et postérieurs.

Si l'on place l'animal sur une seule patte et qu'on charge ses épaules, il arrive à supporter une charge égale au poids total de son corps. Il faut imputer la diminution du tonus de soutien dans la station sur quatre pattes à la lordose — conséquence de la charge. En effet, on arrive par une répartition du poids sur les épaules et sur le bassin à faire supporter le quadruple de ce qui constitue le maximum pour une seule patte postérieure.

La force du tonus de soutien est encore fonction de la position du tronc par rapport aux pattes postérieures. Dès que celui-ci est abaissé au-dessous de l'horizontale le tonus de soutien diminue et se rapproche de zéro.

Après ablation du cervelet il y a d'abord une diminution considérable. Mais, au bout d'un certain temps, l'animal supporte les mêmes charges qu'avant l'opération. La force du tonus de soutien est même plus grande que normalement, en position dorsale.

L'extirpation unilatérale entraîne des conséquences analogues pour les pattes homolatérales seules.

Après ablation des hémisphères cérébraux on constate un affaiblissement très marqué du tonus de soutien. Mais dès le deuxième jour qui suit l'opération, il est suffisant pour permettre la station debout. La récupé-

ration se fait assez rapidement, sauf aux pattes postérieures.

Le décérébré a un tonus de soutien plus fort en position dorsale alors que celle-ci a une action inhibitrice nette chez l'animal intact.

D. — Des différents facteurs susceptibles de modifier le tonus de soutien

Ils sont assez nombreux et s'intriquent souvent.

Nous pensons qu'une énumération rapide serait sans intérêt. Aussi nous semble-t-il préférable d'étudier les principaux avec un peu de détail.

RÉFLEXES PROFONDS DU COU

Magnus et de Kleyn ont mis en évidence chez le décérébré les réflexes toniques du cou et les réflexes toniques labyrinthiques existant en position dorsale, ventrale ou latérale. Rademaker les étudie surtout chez l'animal décérébellé.

Soit un chien sans cervelet en position dorsale, museau vertical ou dirigé du côté du ventre. A la suite d'une pression exercée sur leurs soles plantaires, les pattes postérieures se mettent en extension et sont difficiles à fléchir par une augmentation de la pression. Si l'on déplace lentement la tête en arrière on sent la résistance des pattes diminuer peu à peu et, au moment

où l'on ramène la tête en hyperextension au-dessus de l'horizontale, les pattes postérieures se fléchissent. Elles s'étendent immédiatement dès qu'on relève la tête en la fléchissant. La pression sur les soles plantaires doit être maintenue pendant tout ce temps là

L'influence des changements de position de la tête sur le tonus de soutien des pattes antérieures est moins marquée. Elle s'exerce en sens inverse.

On obtient les mêmes résultats en position debout ou latérale.

Ces réactions sont dues surtout aux réflexes toniques du cou. Le rôle des réflexes toniques labyrinthiques est tout à fait secondaire. Les arguments qu'invoque Rademaker en faveur de cette thèse semblent très probants. En effet, les modifications du tonus de soutien des extrémités, déclanchées par les mouvements de la tête, étudiés plus haut, sont les mêmes, quand l'animal est debout et quand il est couché sur le dos, quoique les changements de position des labyrinthes ne soient pas les mêmes dans les deux cas. En second lieu, l'influence sur le tonus de soutien ne s'exerce pas dans le même sens au niveau des pattes antérieures et postérieures, ce qui ne cadre pas avec l'idée d'une action des réflexes toniques labyrinthiques. Enfin il y a encore des réactions typiques quand on déplace simplement le tronc de l'animal par rapport à la tête, sans que celle-ci change de position dans l'espace. D'ailleurs on obtient les mêmes modifications toniques chez des animaux sans labyrinthes.

Mais il ne faut pas incriminer uniquement les réflexes toniques du cou dans les phénomènes que nous

venons de décrire. Car en même temps que les déplacements de la tête, il y a des modifications de position du bassin et de la colonne.

Cependant, après élimination de tous ces facteurs, il reste encore une action nette et assez forte due aux réflexes toniques du cou.

Chez le chien intact leur influence est constante en position debout, mais moins marquée et d'intensité variable, en position dorsale. Ceci est dû probablement à des inhibitions cérébrales conditionnelles et inconditionnelles (Rademaker).

Chez le chien décérébré les réactions sont particulièrement vives et se produisent d'une façon quasi automatique. Après ablation des hémisphères cérébraux, l'augmentation du tonus de soutien des pattes postérieures, par flexion ventrale de la tête, est moins prononcée que chez l'animal intact. Elle fait complètement défaut en position dorsale.

Les modifications du tonus de soutien, par abaissement ou relèvement de la tête, jouent un certain rôle dans l'adaptation des pattes à des conditions statiques variables.

Si on relève brusquement le bout caudal d'une planche, sur laquelle se trouve un chien, la tête de l'animal tombe en avant. Elle est immédiatement redressée par des réflexes labyrinthiques. Des réflexes toniques du cou consécutifs diminuent le tonus de soutien des pattes postérieures et augmentent celui des pattes antérieures. Ceci permet au chien de se maintenir sur la planche. Mais ce ne sont pas exclusivement les réflexes que nous venons de mentionner qui conditionnent cette adapta-

tion des pattes. Car même des chiens sans labyrinthes et ayant les yeux bandés, présentent des modifications analogues du tonus de soutien, à condition que le déplacement de la planche s'effectue lentement. Ceci grâce à d'autres réactions que nous décrirons plus loin.

.....

Signalons encore, qu'on observe dans certaines conditions des modifications du tonus de soutien déclanchées par la rotation ou l'inclination latérale de la tête.

Il y a lieu de distinguer les modifications toniques provoquées par un mouvement de rotation autour de l'axe dorso-ventral et celles qui sont la conséquence d'un mouvement en spirale avec rotation de la tête autour de son axe longitudinal (ligne réunissant le museau et le trou occipital). Dans le premier cas interviennent exclusivement des réflexes profonds du cou, dans l'autre il s'ajoute l'action de réflexes labyrinthiques.

Magnus et de Kleyn observaient chez le décérébré une diminution de la rigidité du côté où l'on tourne la voûte du crâne, et une augmentation du côté de la face. L'inclination latérale de la tête, sans mouvement en spirale, augmente la rigidité du côté duquel on rapproche la tête et la fait diminuer du côté opposé.

D'après Rademaker, ces modifications toniques ne sont pas appréciables chez l'animal intact, si l'on a soin d'empêcher d'une façon passive la courbure latérale du dos qui modifie la position des pattes par rapport au tronc. Chez l'animal sans hémisphères et chez le décérébellé on ne constate les réactions susmentionnées que pendant les premiers temps qui suivent l'opération.

RÉFLEXES LAEYRINTHIQUES

De nombreux réflexes, partant des canaux sémi-circulaires et des otolithes, modifient le tonus de soutien suivant des règles bien déterminées. Les différentes modalités d'action de ces réflexes sur le tonus du décérébré ont été précisées par l'école de Magnus.

On divise les réflexes labyrinthiques en plusieurs groupes :

1° *Réflexes labyrinthiques de redressement.* — Ils n'exercent qu'une influence indirecte sur le tonus de soutien par l'intermédiaire des réflexes toniques du cou. Nous l'avons vu plus haut.

2° *Réflexes toniques labyrinthiques.* — On les observe beaucoup plus nettement chez l'animal décérébellé que chez l'animal intact. Rademaker les étudie dans des conditions expérimentales rigoureuses afin d'éliminer l'influence d'autres facteurs. L'animal est attaché sur une planche, tête, cou et tronc bien fixés. Seules les pattes sont libres. Les modifications du tonus de soutien produit par une pression sur la face plantaire des pattes, sont observées dans différentes positions.

Le tonus de soutien existe nettement en position dorsale, ventrale ou verticale, toutes les fois que la fente buccale est dirigée en haut. Il manque complètement quand elle est oblique en bas. Enfin il est faible dans des positions horizontales de la fente buccale. Ces modifications du tonus de soutien sont en rapport avec la position générale de l'animal dans l'espace et présentent par conséquent les caractères des réflexes toni-

ques labyrinthiques. Mais il intervient aussi la contre-pression qui s'exerce en position ventrale par l'intermédiaires des bandes et en position dorsale par l'intermédiaire de la planche sur laquelle l'animal est attaché.

Le tonus de soutien présente son maximum d'intensité en position ventrale, fente buccale dirigée en haut, formant un angle de 45° - 75° avec l'horizontale.

Magnus et de Kleyn ont constaté le contraire chez le décérébré. Mais la position dorsale a une action inhibitrice nette sur le tonus de soutien de l'animal intact, décérébellé ou sans hémisphères cérébraux. Ce qui explique probablement la contradiction apparente entre les observations de Magnus et de Rademaker.

Les modifications du tonus de soutien sont les mêmes aux pattes antérieures et postérieures. Elles se produisent d'une façon moins régulière chez l'animal intact que chez le décérébellé.

3° *Lift-réaction* de Magnus et de Klein, déclanchée par un mouvement rectiligne en direction dorso-ventrale. L'animal est placé sur une planche, qu'on peut faire monter ou descendre. Dès que commence l'ascension, les pattes fléchissent. Elles s'étendent fortement à l'arrêt. Inversement, au cours de la descente, les pattes restent étendues pour fléchir au moment où cesse le mouvement. Après un certain temps l'animal reprend sa position de départ.

On peut noter d'autres réactions. Au cours de l'ascension de la planche, la tête se place en flexion ventrale, elle se relève à l'arrêt. Les phénomènes se succèdent en ordre inverse au cours de la descente. A la

flexion des pattes correspond une lordose ; au moment où elles s'étendent le dos devient convexe.

Voici les faits essentiels brièvement relatés.

La *Lift-réaction* peut être mise en évidence aussi bien chez l'animal intact que chez le décérébellé, décérébré et après ablation des hémisphères. Elle n'existe plus après extirpation des labyrinthes. Dans le maintien de l'équilibre sur une surface en mouvement, elle joue un certain rôle.

4° *Réflexes labyrinthiques déclanchés par rotation de la tête autour de l'axe bitemporal.*

Le dispositif expérimental empêche toute modification de la position de la tête par rapport au tronc. La rotation se fait dans un plan vertical ou bien dans un plan horizontal, l'animal se trouvant dans ce dernier cas en position latérale. Quand la rotation se fait en arrière on observe les réactions suivantes :

a) Une flexion ventrale de la tête dans l'articulation atloïdo-occipitale ; b) une courbure convexe du cou et de la partie supérieure de la colonne vertébrale ; c) mouvement dorsal du bassin ; d) extension des pattes postérieures qui se portent en arrière et forte augmentation de leur tonus de soutien ; e) diminution du degré d'extension des pattes antérieures et en même temps de leur tonus de soutien ; déplacement en arrière dans les articulations des épaules ; f) déviation verticale en bas des yeux avec nystagmus vertical des yeux et de la tête, composante forte en haut. Ces réactions se produisent dès le commencement du mouvement rotatoire. Elles disparaissent à sa fin. Le tonus de soutien est dif-

férent au départ et à l'arrêt, suivant la position dans l'espace et sous l'influence des réflexes toniques labyrinthiques...

Quand la rotation autour de l'axe bitemporal se fait en avant, les réactions, exactement superposables, se font dans un sens inverse. On les obtient brusques, fortes et régulières chez le décérébellé et avec la même netteté chez l'animal intact. Mais chez ce dernier les recherches systématiques sont beaucoup plus difficiles à cause de l'inhibition par les conditions expérimentales. Après extirpation des labyrinthes, ces réactions n'existent plus. Elles ont une grande importance pour le maintien de l'équilibre sur une planche dont les deux bouts se déplacent rapidement et alternativement en haut et en bas.

5° *Réflexes labyrinthiques déclanchés par un mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal du corps.* — Le chien qui sert à l'expérience est attaché sur un bâton et tourne successivement en position latérale droite et gauche. On cherche à mettre en évidence des modifications du tonus de soutien.

Dans la rotation à droite (vue d'en arrière, dans le sens de marche d'une aiguille de montre) on observe les réactions suivantes : a) extension, abduction et augmentation du tonus de soutien des pattes droites ; b) flexion, adduction et diminution du tonus de soutien des pattes gauches ; c) la tête regarde à droite (la voûte crânienne reposant sur l'épaule gauche) ; d) la partie antérieure du corps et le bassin sont tournés à gauche, la concavité de la colonne regarde à droite ; e) déviations rotatoires des yeux et nystagmus rotatoire.

Ces réactions s'observent en sens inverse dans la rotation du corps à gauche. Elles jouent un très grand rôle dans l'adaptation des pattes et du tronc à certaines variations des conditions statiques. Elles assurent le maintien d'équilibre de l'animal debout ou couché dans les inclinaisons latérales et rapides de la surface sur laquelle il se trouve.

On n'observe pas de modifications du tonus de soutien comme conséquence directe de l'excitation labyrinthique dans les mouvements linéaires en direction antérieure, postérieure ou bitemporale, pas plus dans la rotation autour d'un axe dorso-ventral.

LA POSITION DE LA COLONNE ET DU BASSIN INFLUENCE SUR LE TONUS DE SOUTIEN

En laissant de côté les réactions magnétiques, celles déclanchées par pression sur la plante du pied, la rotation autour de l'axe bitemporal et d'autres facteurs plus ou moins importants dont nous avons parlé plus haut, il nous reste à considérer les modifications de position de la colonne sous l'influence de la position des pattes et des déplacements de la tête et du cou.

1° Chez le chien debout il se produit une lordose dès qu'on porte les pattes postérieures en arrière. Le dos se redresse, devient droit ou légèrement convexe quand on les ramène en avant. Il n'est pas nécessaire d'exercer une pression sur la face plantaire des pattes. On observe ces modifications de la courbure dorsale aussi bien quand l'animal est tenu en l'air.

2° En portant en arrière les pattes antérieures, on

produit une convexité de la partie moyenne de la colonne dorsale et une concavité de la partie supérieure de la région scapulaire. Le dos devient concave quand on ramène les pattes très en avant.

3° L'abduction et l'adduction des pattes ont une influence assez nette sur la position de la colonne. S'il s'agit d'abduction il y a concavité du côté correspondant. C'est le contraire qui se passe en cas d'adduction.

4° La flexion ventrale de la tête, chez le chien debout, produit une courbure convexe du dos et un mouvement ventral du bassin. Si l'on déplace tête et cou en direction dorsale, le dos devient légèrement concave dans sa partie antérieure, en même temps qu'on observe une flexion ventrale du bassin et que les pattes postérieures fléchissent plus ou moins. On observe ces réactions aussi bien chez l'animal intact que chez le décérébellé où elles sont particulièrement vives. De même ni l'ablation des hémisphères ni celle des labyrinthes ne les fait disparaître. Les modifications de position de la colonne et du bassin par flexion ventrale ou dorsale de la tête ne se produisent pas toujours avec la même intensité. Il y a des variations plus ou moins considérables suivant la répartition initiale du tonus des muscles du tronc, suivant la position de départ et les points d'appui de l'animal.

Comme les positions de la colonne et du bassin ont une influence manifeste sur le tonus de soutien des extrémités, les positions de la tête et du cou le modifient d'une façon indirecte.

Position du dos et tonus de soutien : Un chien est maintenu en l'air par la tête et les épaules. Ses pattes

postérieures reposent sur la main de l'expérimentateur. En abaissant la main, la convexité du dos augmente dans la région dorso-lombaire, les pattes s'étendent fortement, il y a un tonus de soutien très marqué. Le relèvement de la main aboutit à des résultats inverses. Tout ceci explique pourquoi le tonus de soutien d'un animal est plus faible quand on charge son dos, tandis qu'il ne subit aucune diminution du fait qu'on charge ses épaules ou son bassin.

Position du bassin et tonus de soutien : La flexion dorsale du bassin dans les articulations intervertébrales de la partie caudale de la colonne lombaire produit un tonus de soutien assez fort dans les pattes postérieures quand on exerce une pression sur leur face plantaire. La flexion ventrale s'accompagne de réactions inverses. Chez des chiens intacts, sans hémisphères cérébraux ou sans labyrinthes, on n'observe cette influence de la position du bassin que dans la station debout. Chez le décérébellé, en position dorsale aussi.

En résumé, il y a modification du tonus de soutien par des variations de la position de la tête par rapport au cou, du cou par rapport au tronç, de la colonne dorsale par rapport à la colonne lombaire et de celle-ci par rapport au bassin.

EXCITATIONS CUTANÉES, OPTIQUES ET AUDITIVES

Nous avons vu plus haut le rôle que joue l'excitation d'une partie des téguments dans la production du tonus de soutien (R. magnétique). En plus, la position dorsale le diminue notablement chez l'animal intact ou

sans hémisphères cérébraux. On peut expliquer ce fait par des excitations partant de la surface du dos. En effet, dès qu'on soulève l'animal par la nuque et le bassin, il y a augmentation du tonus de soutien. Chez l'animal thalamique debout, on amène un fléchissement des pattes, en saisissant un pli de la peau du dos. L'influence inhibitrice des excitations partant des téguments dorsaux existe à un degré moindre chez le décérébellé. Nous avons vu que la rigidité de décérébration augmente au contraire en position dorsale.

Les excitations auditives modifient le tonus de soutien de deux manières différentes : a) mécanisme sous-cortical. Des chiens sans hémisphères cérébraux présentent quelquefois une extension des pattes, un redressement de la tête, provoqués par certains bruits. Des réactions semblables s'observent chez des chiens intacts, dormant sur le sol en position latérale et réveillés par ces bruits ; b) mécanisme cortical. Si l'on frappe brusquement d'un coup de poing sur la table, des chiens debout peuvent présenter des mouvements d'effroi en même temps que leurs pattes fléchissent. Comme des chiens sans hémisphères ne réagissent pas du tout dans des conditions analogues, on peut conclure qu'il s'agit de réflexes cérébraux. D'autant plus qu'ils ont une allure conditionnelle.

Le rôle des excitations optiques dans les modifications du tonus de soutien a été indiqué à propos des réactions de la « stehbereitschaft ».

L'INFLUENCE DE LA POSITION D'UNE PATTE SUR LE TONUS DE SOUTIEN DE LA PATTE OPPOSÉE

a) *Réactions provoquées par abduction et adduction.*

— Si on soulève une patte antérieure d'un chien debout et qu'on penche le tronc de l'animal du même côté, on observe une forte extension et abduction de la patte soulevée. Inversement, quand on porte le tronc du côté opposé, la patte soulevée se fléchit et est ramenée en adduction. Des phénomènes analogues se produisent lorsqu'on soulève l'une ou l'autre des pattes postérieures, en répétant l'expérience.

Ces réactions ne sont pas conditionnées par des excitations optiques ou labyrinthiques (bandeau devant les yeux, tête fixée ou extirpation des labyrinthes). Très probablement la distension des abducteurs ou adducteurs joue un rôle important dans leur mécanisme de production.

Après ablation du cervelet, ces réactions n'existent pas pendant les premières semaines qui suivent l'opération. Elles réapparaissent dès le deuxième jour chez l'animal auquel on enlève les hémisphères cérébraux. On ne les trouve ni chez le décérébré, ni chez l'animal spinal. De même la section des racines postérieures les abolit pour toujours.

D'après ces expériences il semble bien que les arcs réflexes correspondants passent en dehors du cervelet et des hémisphères.

b) *Réactions déclanchées par très forte adduction.*

— Si l'on soulève chez un chien debout une patte et

qu'on penche son tronc très fortement du côté opposé, la patte soulevée qui était fléchie se met en extension. Les phénomènes observés après adduction forcée sont donc différents de ceux qu'on obtient par adduction modérée et que nous avons vus plus haut. Il s'agit d'une composante d'une réaction d'équilibre complexe. Si l'on tire à droite par exemple un chien debout sur ses quatre pattes, on observe les phénomènes suivants : 1° Le chien lève ses pattes gauches ; 2° Il les étend et les place en dedans des pattes droites ; 3° Il lève ces dernières ; 4° Il les place plus en dehors.

Chez l'animal décérébellé, l'espace libre entre le premier et le deuxième temps est anormalement long. Le chien sans hémisphères croise souvent les pattes et il y a en plus un retard des trois derniers temps de la réaction, d'où chute.

c) *Réactions provoquées par déplacement en avant ou en arrière de la patte opposée.* — Si l'on place un chien sur une patte antérieure en position intermédiaire il est facile de fléchir la patte opposée qu'on a soulevée auparavant. Mais dès qu'on porte le tronc de l'animal en avant, il y a forte extension et la main est repoussée. Même réaction de la patte soulevée si l'on tire en arrière la patte opposée. Le facteur important est donc la position de la patte qui repose sur le sol, par rapport au tronc. Si l'on déplace le tronc en arrière, l'extension de la patte soulevée est moins forte et plus lente.

Ces réactions qui manquent complètement chez le décérébré, s'obtiennent aisément chez le chien intact, décérébellé, sans hémisphères cérébraux ou sans labyrinthes. Elles sont même particulièrement nettes après ablation des hémisphères car la « *stehbereitschaft* » n'exerce plus son action inhibitrice,

INFLUENCE DE LA POSITION DES PATTES ANTÉRIEURES SUR LE TONUS DE SOUTIEN DES PATTES POSTÉRIEURES

Les changements de position des pattes antérieures donnent lieu à une courbure de la colonne et secondairement à une modification du tonus de soutien des pattes postérieures. Mais il peut y avoir une influence primaire, directe. On place un chien avec les pattes antérieures sur une planche fixe, les pattes postérieures reposant sur la main de l'expérimentateur. Quand on tire le tronc de l'animal en arrière, les pattes postérieures s'étendent brusquement, repoussent la main et offrent une grande résistance aux tentatives de flexion passive par pression sur la plante. Le facteur qui déclanche cette réaction est l'hyperextension des pattes antérieures dans l'articulation de l'épaule. Si l'on ramène le tronc en avant, les pattes postérieures le suivent, le tonus de soutien diminue, finalement il y a flexion. Chez le décérébellé, ces réactions, particulièrement nettes, existent aussi en position dorsale. Elles jouent probablement un certain rôle dans le saut et galop et participent au maintien de l'équilibre dans des conditions déterminées.

E. — Réactions d'équilibre

Elles permettent à l'animal de maintenir son centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation ou de l'y ramener en cas de trouble de l'équilibre. Nous

avons étudié un certain nombre de ces réactions en exopsant les différents facteurs susceptibles de modifier le tonus de soutien des extrémités.

Résumons brièvement le rôle des réflexes labyrinthiques. Quand l'animal se trouve sur une surface déplacée rapidement en haut et en bas d'un côté seulement, les réflexes labyrinthiques assurent le maintien de l'équilibre. Ils contribuent à l'orientation dans l'espace et facilitent à l'animal qui fait une chute la reprise de la position normale. Dans le saut, leur action est semblable. On retrouve tous les réflexes labyrinthiques après extirpation du cervelet. Cet organe ne constitue donc pas un centre régulateur des labyrinthes.

Les modifications du tonus de soutien d'une patte sous l'influence de la position de la patte opposée, désignées encore comme « schunkel » réactions, jouent également un certain rôle dans l'équilibration. Elles rétablissent l'équilibre quand l'animal est poussé brusquement dans une direction quelconque au moment où il lève une ou deux de ses pattes. Contribuent encore au maintien de l'équilibre : l'influence qu'exerce la modification de position d'une patte sur le tonus de soutien des trois autres extrémités et les différentes positions de la colonne et du bassin.

Il nous reste à considérer les « stemmbein » et « hinkebein » réactions. Nous étudierons après, dans un chapitre spécial, les réflexes de redressement de Magnus, qui peuvent également jouer le rôle de réactions d'équilibre.

« STEMMBEIN » RÉACTION

Chez un chien debout, la force du tonus de soutien dépend de la position des pattes. Il est faible quand elles sont en abduction ou quand les pattes antérieures sont très en avant du corps, les pattes postérieures très en arrière. Il est facile de mettre en évidence ce fait quand on tient l'animal de façon à ce qu'une seule patte supporte le poids total du corps. Dans n'importe laquelle des positions sus-mentionnées, une légère pression sur l'épaule suffit pour fléchir la patte. Mais si l'on essaie de la remener simplement en dedans, vers la position intermédiaire, elle s'appuie latéralement, résiste et il y a augmentation immédiate du tonus de soutien. C'est cette résistance à l'adduction passive, par appui latéral en forte extension, qu'on appelle « stemmbein »-réaction. Elle est particulièrement nette chez l'animal debout sur quatre pattes et constitue une réaction d'équilibre typique. Lorsqu'on essaie de pousser l'animal, à gauche par exemple, les pattes de ce côté s'appuient latéralement, la colonne présente une scoliose à concavité gauche, le poids du corps est reporté à droite, afin de résister à la poussée. Ce qui importe c'est pas tant la surface d'attaque mais le sens dans lequel s'exerce une poussée ou une traction tendant à troubler l'équilibre de l'animal.

Chez le chien intact, la « stemmbein »-réaction est inconstante et dépend surtout d'influences cérébrales du genre des réflexes conditionnels. Quand l'animal est tiré par son maître, aucune résistance, par contre forte réaction lorsqu'il s'agit d'un étranger. De même,

suivant qu'on le tire vers sa nourriture ou qu'on l'en écarte, la « stemmbein »-réaction se produit ou non. Chez le décérébellé l'influence inhibitrice cérébrale est moindre, les réactions sont constantes après occlusion des yeux.

Après extirpation unilatérale du cervelet, « stemmbein »-réaction plus forte du côté intact. Il en résulte une déviation vers l'autre côté et l'animal qui accourt n'arrive pas à garder sa direction. Chez le chien sans hémisphères c'est surtout le sens de la traction qui importe.

Les « stemmbein »-réactions assurent l'adaptation des pattes à des changements pas trop brusques des conditions statiques. Un exemple : Soit un chien debout sur une planche qu'on incline en avant. Le tronc est projeté dans la même direction par la force de la pesanteur, mais les pattes antérieures s'appuient fortement sur la planche et empêchent la chute. Lorsque l'animal est retenu par une bande passée autour de la poitrine, la « stemmbein »-réaction ne s'observe pas.

Autre exemple : Que la planche soit animée d'un mouvement linéaire en avant. Les pattes sont entraînées en avant, le tronc reste un peu en arrière, d'où « stemmbein »-réaction des pattes postérieures. Au moment de l'arrêt le tronc est projeté en avant et ce sont maintenant les pattes antérieures qui réagissent. Mais quand les mouvements de la planche sont très rapides, l'animal s'adapte grâce aux réflexes labyrinthiques qui, seuls, arivent à temps.

« HINKEBEIN »-RÉACTION

Quand, chez un chien debout, on écarte de plus en plus une patte de la position intermédiaire, son tonus de soutien diminue parallèlement et à la fin la patte est soulevée et placée sur un autre point. C'est la « hinkebein »-réaction qui est d'une très grande importance pour le maintien de l'équilibre.

Considérons un chien tenu de façon à faire reposer son corps sur une seule patte. Une forte adduction la portant en dedans de la position intermédiaire déclenche une « hinkebein »-réaction. La patte fléchit, est soulevée et placée plus en dehors. Quand il y a très forte abduction elle est ramenée en dedans par le même mécanisme. Si l'on porte le tronc en avant, la patte, se trouvant écartée de sa position intermédiaire, le rejoint immédiatement. Il y a donc une certaine position moyenne, optima pour le tonus de soutien.

Tout changement de position des pattes au niveau des articulations de la hanche et de l'épaule ayant pour résultat de porter les extrémités en dedans, en dehors, en avant ou en arrière de la position intermédiaire, aboutit à une diminution du tonus de soutien.

Lorsqu'il s'agit d'un mouvement d'adduction peu considérable, en partant d'une position d'abduction, il y a « stemmbein »-réaction. Mais dès que la position intermédiaire est dépassée, il se déclenche une « hinkebein »-réaction.

Chez le chien intact cette réaction existe toujours, mais plus ou moins inhibée par les conditions expérimentales. Elle ne fait pas défaut après ablation des

hémisphères, ce qui prouve qu'il s'agit bien de phénomènes purement réflexes. Mais il y a un certain retard, il faut une modification de position notable. De plus, elle est hypermétrique. Chez le chien décérébellé, l'« hinkebein »-réaction ne peut être mise en évidence que plusieurs semaines après l'opération. On l'obtient d'une façon constante après extirpation des labyrinthes. Chez le décérébré elle n'existe pas plus que chez l'animal spinal ou après section des racines postérieures. De même que les « stemmbein », les « hinkebein »-réactions contribuent au maintien de l'équilibre. Suivant les circonstances... les unes ou les autres empêchent la chute.

Voici quelques exemples :

Si l'on tire un chien vers la droite par un pli de la peau, les pattes droites s'appuient en dehors, ce qui porte le centre de gravité à gauche et empêche une chute vers l'autre côté. Mais en même temps les pattes gauches sont amenées en adduction passive. Si on lâche brusquement l'animal, leur adduction augmente encore et conditionne des « hinkebein »-réactions en dehors, ce qui empêche une chute vers la gauche. Si on tire très fortement à droite de façon à amener les pattes droites qui s'appuient contre le sol en adduction, les « stemmbein »-réactions cessent et apparaissent des « hinkebein »-réactions à droite.

Suivant que la traction est forte ou faible, brusque ou progressive et suivant la position initiale des pattes, c'est tantôt les unes tantôt les autres de ces réactions qui assurent l'équilibre.

Dans la station sur une planche qu'on déplace dans

le plan horizontal — en avant, en arrière ou latéralement — les réactions varient suivant que le mouvement est brusque ou lent, plus ou moins accéléré. En déplaçant par exemple la planche vers la gauche — les pattes vont d'une façon passive du même côté — le centre de gravité se porte du côté opposé. Les pattes droites se trouvent en adduction, d'où « stemmbein »-réaction. Si le mouvement est brusque, l'adduction est considérable et il y a « hinkebein »-réaction des pattes droites en dehors et des pattes gauches en dedans, ce qui empêche la chute. Si le déplacement de la planche s'effectue d'abord lentement, puis de plus en plus rapidement, les pattes droites s'appuient toujours plus fortement en dehors, le centre de gravité se porte à gauche, les pattes gauches se trouvent en forte adduction et il y a « hinkebein »-réaction de ce côté. Ce qui empêche la chute vers la gauche.

Dans la station sur une plaque tournante, ces réactions contribuent au maintien de l'équilibre. Ceci est particulièrement net chez le chien sans labyrinthes qui arrive à se tenir debout même à des vitesses considérables, pourvu qu'il n'y ait pas d'accélération trop brusques.

Les « hinkebein »-réactions jouent également un rôle dans le maintien de l'équilibre sur un plan incliné. En penchant lentement du côté droit, une planche sur laquelle se trouve un chien debout, on observe que le tronc est tiré vers la droite, d'où immédiatement « stemmbein »-réaction des pattes de ce côté. Plus on incline la planche, plus le tronc est repoussé à gauche. Finalement les pattes gauches se trouvent en forte

adduction, il y a « hinkebein »-réaction des quatre pattes et l'animal remonte la pente. Chez les animaux intacts, décérébellés ou sans labyrinthes, les pattes gauches fléchissent assez souvent complètement et l'animal se couche sur le côté. Ceci est dû à l'influence inhibitrice du cerveau.

Si l'on incline très brusquement la planche, des chiens sans labyrinthes tombent, tandis que des animaux intacts s'adaptent encore assez bien grâce aux réflexes labyrinthiques qui seuls arrivent à temps pour empêcher la chute. Les « hinkebein »-réactions se produisent trop tard.

Il en est de même quand on incline la planche très rapidement du côté de la tête ou en arrière.

A partir d'une certaine vitesse l'équilibre ne peut être assuré dans ces cas que par des réflexes labyrinthiques déclanchés par rotation autour de l'axe bitemporal.

MOUVEMENTS DE CORRECTION PROPRIOCEPTIFS

Quoique ne rentrant pas à proprement parler dans les réactions d'équilibre, nous les exposerons brièvement à cette place car il s'agit de réactions jouant un rôle important dans l'adaptation des pattes à leur fonction et permettant la correction automatique de positions anormales imposées d'une façon passive. On sait que des chiens sans hémisphères, qui ne présentent pas de « stehbereitschaft », marchent et stationnent normalement. Ils arrivent à corriger les positions anormales des pattes dès que celles-ci sont portées en avant

dans les articulations de l'épaule et de la hanche. Or, toute modification passive de la position d'une patte provoque presque toujours des excitations qui déclenchent un mouvement.

Des « hinkebein »-réactions sont provoquées par tout déplacement passif d'une patte, que ce soit en avant, en arrière ou latéralement. Si elle repose sur le sol par sa face dorsale, les orteils se redressent au cours du mouvement par suite de l'influence des articulations proximales sur les articulations distales.

Des hinkebein-réactions peuvent aussi être déclenchées par des modifications de position des articulations distales. Si l'on tient la patte antérieure d'un chien sans hémisphères, avec sa face dorsale contre le bord d'une table, il n'y pose pas sa patte, par défaut de la « stehbereitschaft ». Mais dès qu'on porte le tronc de l'animal en avant, même en immobilisant les articulations de l'épaule et du coude, la patte est levée et placée sur la table avec la plante. (Influence de la flexion du poignet.)

Quelque temps après l'extirpation des hémisphères toute position anormale des pattes est immédiatement corrigée. Les mouvements de correction proprioceptifs sont probablement conditionnés par des états de distension musculaire. Ils n'existent pas après section des racines postérieures.

F. — Réflexes de redressement

Magnus et son école ont étudié les réflexes qui permettent à l'animal, même après ablation des hémis-

phères, de reprendre sa position normale ou de base en partant de n'importe quelle position dans l'espace.

Cinq groupes de réflexes assurent la fonction de redressement. Les excitations qui les déclenchent proviennent des labyrinthes, des régions profondes du cou, des téguments et, chez l'animal intact seulement, des yeux.

Les réflexes de redressement peuvent faire fonction de réactions d'équilibre en ramenant le centre de gravité à l'intérieur du polygone de sustentation. D'autre part ils permettent à l'animal, se trouvant en l'air sans surface de soutien, de reprendre sa position de base. Enfin, ils conditionnent le passage d'une position d'équilibre à une autre. Par exemple quand l'animal se trouve couché sur un côté.

1. RÉFLEXES LABYRINTHIQUES DE REDRESSEMENT.

Ils ramènent la tête en position normale, les yeux étant bandés. On les obtient chez les chiens décérébellés et s'ils manquent durant un certain temps après l'extirpation, ceci est dû au choc opératoire. Car on ne saurait expliquer leur réapparition par des suppléances cérébrales, étant donné qu'on observe ces réflexes même après ablation combinée des hémisphères et du cervelet. Ils sont donc exclusivement sous la dépendance des labyrinthes.

2. RÉFLEXES DE REDRESSEMENT DU COU.

Toute rotation de la tête déclanche des excitations

dans les régions profondes du cou qui provoquent une rotation de la colonne. Chez des chiens intacts ou sans hémisphères, tronc et bassin reprennent leur position de base dès que la tête y est. Dans la chute sur le côté, les réflexes labyrinthiques de redressement plus les réflexes de redressement du cou rétablissent l'équilibre.

La rotation de la colonne est variable suivant la position de départ : a) Chez un chien, en position latérale, on obtient un redressement immédiat en ramenant passivement la tête en position normale. Car les réflexes de redressement du corps sur le corps agissent dans le même sens ; b) Chez un chien debout, le tronc ne suit pas le mouvement en cas de rotation latérale de la tête. Il y a action antagoniste des réflexes de redressement du corps, des « stemmbein »-réactions, etc. ; c) Chez un chien couché sur le dos, la rotation de la tête est suivie du tronc et l'animal passe en position latérale. S'il s'agit de rotation à partir d'une position latérale vers une position dorsale, le tronc ne suit qu'incomplètement. Les réflexes de redressement du cou existent chez tous les décérébellés, dès les premiers jours qui suivent l'opération.

3. RÉFLEXES DE REDRESSEMENT DU CORPS SUR LE CORPS (KORPERSTELLREFLEXE AUF DEN KORPER).

Soit un chien sans hémisphères, couché en position latérale et dont la tête est fixée. L'animal se redresse contre l'action des réflexes de redressement du cou et celle de la pesanteur. Des excitations asymétriques des nerfs sensitifs cutanés par la contre-pression du sol

peuvent contribuer au rétablissement de l'équilibre. Ces réflexes, qui manquent complètement chez le chat décérébellé, s'obtiennent chez le chien quelque temps après l'extirpation, mais beaucoup plus tard que les réflexes labyrinthiques de redressement et les réflexes de redressement du cou.

4. RÉFLEXES DE REDRESSEMENT DU CORPS SUR LA TÊTE (KORPERSTELLREFLEXE AUF DEN KOPF).

Si l'on maintient en l'air un chien sans labyrinthes et dont les yeux sont bandés on constate que la tête est pendante. L'animal est complètement désorienté. Mais dès qu'il y a contact du corps avec une surface quelconque, la tête se redresse. Elle peut donc être ramenée en position normale par excitation asymétrique des téguments.

5. RÉFLEXES OPTIQUES DE REDRESSEMENT.

Au cours de l'expérience précédente on observe aussi un redressement immédiat de la tête dès qu'on enlève le bandeau de devant les yeux, l'animal restant maintenu en l'air. Les réflexes optiques de redressement ne s'obtiennent que chez l'animal intact.

CHAPITRE III

Du tonus musculaire et des réflexes proprioceptifs

La définition ancienne du tonus, « état de tension d'un muscle au repos », est sévèrement critiquée par Rademaker. Quand, demande-t-il, est un muscle au repos et comment s'en rendre compte sans l'en faire sortir? Car des mouvements passifs déclenchent des contractions réflexes. De même, des variations de température du milieu, des excitations cutanées, labyrinthiques ou provenant des régions profondes du cou, d'autres muscles, voire même d'organes internes, sont susceptibles de modifier la tension musculaire. Quant à éliminer tous ces facteurs, on n'y arrive jamais complètement, même en anesthésie profonde. Il semble discutable si un muscle se trouve jamais au cours de la vie dans un état de repos absolu. Même sur des muscles isolés du corps on déclanche des mouvements fibrillaires par excitations mécaniques, électriques, chimiques, thermiques, hygrométriques.

Rademaker définit le tonus musculaire : *la résistance qu'opposent les muscles à une modification passive de la position des différents segments du corps*. Cette

résistance est due d'une part à l'élasticité musculaire, d'autre part à un certain degré de tension dépendant du système nerveux central.

Dans cette définition il n'est pas fait distinction entre résistance volontaire et involontaire. Il semble impossible à Rademaker de mettre en évidence une différence objective entre ces deux modalités. D'autre part toute contraction volontaire s'accompagne de contractions musculaires réflexes et d'une façon générale, pour l'auteur néerlandais, le passage de volontaire à involontaire est progressif.

Ce qui différencie la définition de Rademaker d'autres similaires, c'est qu'il n'introduit pas le terme « *involontaire* ». Ceci n'a d'ailleurs que peu d'importance, tant qu'il s'agit de l'animal. En effet, après ce que nous ont appris les travaux de Pavlov sur les réflexes conditionnels, on peut se demander, s'il y a lieu de parler de « volontaire » chez l'animal. Mais dès qu'on essaie d'appliquer cette définition à l'homme, on rencontre certaines difficultés. Nous reviendrons plus loin sur cette question si discutée.

Le tonus musculaire compris comme résistance à la modification passive de la position des différents segments du corps, il en résulte que l'hypertonie est une augmentation de cette résistance, l'hypotonie une diminution.

L'hypertonie est un phénomène positif, son existence prouve qu'un mécanisme central réflexe entre en jeu. L'hypotonie par contre pourrait être due à l'élimination de ce mécanisme.

Mais dans les deux cas il s'agit de phénomènes de

libération, de suppression de certains centres. Au point de vue causal, ce sont des phénomènes qui s'apparentent. Le passage d'hypotonie à l'hypertonie ne se fait jamais par l'intermédiaire d'un état normal.

La résistance exagérée aux modifications passives de position qui caractérise toute hypertonie n'est que relative. Elle s'entend pour « *toutes choses égales par ailleurs* ». Ce qui implique la persistance de contractions musculaires plus ou moins importantes dans des conditions qui normalement n'en comportent pas.

Si tous les mécanismes centraux sont inefficaces, comme après section de tous les nerfs moteurs, il y a hypotonie pure.

Les recherches expérimentales pour déterminer le rôle joué par telle ou telle partie du système nerveux central dans le maintien du tonus normal sont difficiles, car il est souvent impossible ou presque de dire s'il y a tonus normal ou tendance vers l'hyper ou l'hypotonie.

D'autre part, l'apparition de l'un ou l'autre après extirpation d'une partie du système nerveux central ne prouve pas qu'il s'agit d'un centre du tonus normal. Enfin il faut signaler qu'une répartition anormale du tonus n'est pas liée nécessairement à une altération du système nerveux central. Sherrington observa chez un chien spinal la flexion d'une patte qui présentait une escarre, tandis que l'autre était en extension.

Une des grandes difficultés que rencontre l'étude du tonus normal, c'est qu'il faut s'adresser à l'animal intact chez lequel il varie fréquemment sous l'action d'influences cérébrales.

Le tonus musculaire étant défini « résistance par

contraction musculaire aux modifications passives des positions réciproques des différents segments du corps », il reste à préciser à quels facteurs est due cette résistance. A l'état normal entrent en jeu :

1° L'élasticité musculaire, qui existe encore après section de tous les nerfs afférents et efférents ; 2° Des contractions réflexes déclanchées par excitations sous-corticales ; 3° Des contractions déclanchées par influences cérébrales conditionnelles et inconditionnelles.

Les modifications de position comportent un *étirement* des muscles antagonistes. La résistance aux mouvements passifs est due en premier lieu aux contractions réflexes déclanchées par *étirement musculaire*. Ce sont ces réflexes proprioceptifs qui jouent le rôle le plus important parmi les composantes du tonus. Ils sont toutefois soumis à l'influence d'autres facteurs : excitations labyrinthiques, cutanées, cérébrales, qui tantôt augmentent tantôt diminuent le tonus.

Nous allons étudier un peu en détail les différents réflexes déclenchés par *étirement musculaire*.

Depuis les travaux de Sherrington et son école, on a commencé à connaître ce vaste groupe de réflexes dont les voies afférentes prennent leur origine dans les muscles mêmes. C'est l'allongement musculaire qui constitue l'excitation adéquate, biologique des éléments sensitifs et qui déclanche des contractions réflexes. Rademaker divise ces réflexes provoqués par *étirement musculaire* (*Dehnungsreflexe*) en plusieurs catégories :

Premier cas. — La contraction réflexe se limite au muscle allongé seul. Ainsi par exemple les réflexes myotatiques de Liddell et Sherrington, observés sur le

quadriceps du décérébré, on obtient des contractions proportionnelles au degré d'élongation.

Les réflexes myotatiques n'existent pas au niveau des fléchisseurs du genou. Ils sont abolis après section des racines postérieures. Ajoutons encore que chez le décérébré ces réflexes sont à composante tonique. Le membre inférieur garde la position qu'on lui donne par flexion passive du genou, même après suppression de la force agissante.

Deuxième cas. — La contraction ne reste pas limitée au muscle étiré seul mais s'étend à d'autres muscles ayant une action analogue.

Troisième cas. — Il y a contraction réflexe déclanchée par l'étirement des antagonistes. Ainsi, dans les réactions de soutien, on observe des contractions simultanées des extenseurs et des fléchisseurs sous l'action d'un allongement qui porte sur les fléchisseurs des derniers segments du membre.

Quatrième cas. — L'étirement d'un muscle déterminé déclanche des contractions réflexes au niveau d'autres muscles n'ayant ni une action de même sens ni une action antagoniste. On en observe dans les réactions de soutien où il y a des phénomènes musculaires diffus.

Cinquième cas. — Inversion du réflexe par exagération de l'étirement. Ainsi l'extension modérée des doigts entraîne un allongement des fléchisseurs et un tonus de soutien suffisant, alors que l'hyperextension des doigts avec étirement très considérable des fléchisseurs aboutit à un résultat opposé : disparition du tonus de soutien et flexion.

Sixième cas. — Contraction et relâchement alternatifs, déclanchés par étirement musculaire : clonus du pied, de la rotule.

Foerster admet à côté des réflexes déclanchés par l'étirement musculaire, des réflexes d'adaptation et de fixation. Il pense que des excitations proprioceptives partent également d'un muscle dont on rapproche passivement les insertions et déclanchent des contractions réflexes. C'est une sorte d'adaptation. Le réflexe de fixation permet au muscle de garder pendant un certain temps l'état de contraction provoqué par le rapprochement passif des points d'insertion. Le segment se fixe dans une position imposée. Ces phénomènes que Forster compare au *shortening reflex* de Sherrington, observé sur le chat décérébré, peuvent être interprétés de différentes manières. Nous y reviendrons en étudiant des réactions analogues mises en évidence chez l'homme.

En résumé, le tonus musculaire de l'animal apparaît comme le produit de facteurs multiples. L'élasticité musculaire propre n'y est que pour une faible part. Ce sont les contractions d'origine proprioceptive qui jouent le rôle le plus important, ce qui a fait considérer le tonus comme *contraction posturale reflexe* (Sherrington). Mais bien d'autres facteurs entrent encore en jeu : Excitations cutanées et labyrinthiques, influences cérébrales conditionnelles et inconditionnelles modifient suivant les circonstances le tonus musculaire. Dans certains cas il peut s'ajouter l'action d'excitations à point de départ articulaire, périosté, viscéral. Il y a donc des variations incessantes et le tonus musculaire ne présente jamais qu'une constante relative.

CHAPITRE IV

La fonction statique de l'animal et son organisation anatomo-physiologique

On peut dire que c'est l'étude de la rigidité décérébrée qui fut à l'origine de toute une série de belles recherches destinées à éclairer les mystères de l'organisation statique chez l'animal. Et si l'on a réussi à faire un grand pas en avant dans ce domaine nouveau, c'est surtout le mérite de l'école néerlandaise, c'est grâce aux méthodes de travail mises au point par Magnus et ses élèves, en particulier Rademaker.

Sherrington avait montré que le décérébré présentait une hypertonie des muscles antigravifiques et que placé sur ses pattes il était capable de tenir debout pendant cinq à dix minutes. Ce réflexe standing n'était pour Magnus qu'une caricature de la station normale. Mais le problème était posé et on s'appliquait d'une part à déterminer la situation des centres de la rigidité décérébrée, d'autre part à résoudre une question qui venait tout de suite après, dérivée pour ainsi dire de la première. A savoir, s'il existe des centres indispensables pour le maintien d'un tonus normal et de l'action desquels dépendraient les réflexes statiques.

Magnus et Rademaker procèdent dans leurs recherches par la méthode des transsections étagées du névraxe. En étudiant une fonction donnée, ils déterminent d'abord le minimum de substance nerveuse dont l'intégrité est indispensable pour que cette fonction subsiste. Une autre section, plus bas située, ayant comme conséquence sa suppression, indique la limite inférieure d'une zone relativement réduite où ils cherchent à localiser le centre avec plus de précision encore par des excisions partielles.

D'après ces auteurs le centre de la rigidité décérébrée se trouve au-dessous du noyau rouge. Nous n'insisterons pas sur le point de savoir s'il est constitué par le noyau de Deiter, comme le veut Thiele pour le chat, ou s'il est situé encore plus bas chez le lapin, comme soutient Magnus. Ce qui a beaucoup plus d'importance c'est le rôle joué par le noyau rouge et les discordances entre les différents auteurs. Weed y place le centre de la rigidité et explique le fait qu'on l'obtient après section au-dessous, par une excitation des fibres rubro-spinales. Comme il est difficile de maintenir en vie des animaux décérébrés pendant un laps de temps suffisant, son argumentation n'est pas illogique. Pour Rademaker, il s'agirait plutôt de phénomènes de libération par suppression de l'action inhibitrice du noyau rouge, centre régulateur de la répartition correcte du tonus. Les observations de Bazett et Penfield sont d'un grand intérêt pour trancher la question. Ces auteurs ont réussi à maintenir en vie pendant plusieurs semaines des chats décérébrés. Ils notaient une persistance de la rigidité et ceci plaide plutôt en faveur des conclu-

sions de Magnus et Rademaker. D'après ce dernier le noyau rouge tient sous sa dépendance, chez le lapin et le chat, la répartition normale du tonus et est en même temps le centre des réflexes labyrinthiques de redressement et des réflexes de redressement du corps sur le corps. Celui des réflexes de redressement du corps sur la tête se trouverait non pas dans le noyau rouge mais au même niveau.

Ken-Kure et ses collaborateurs, expérimentant sur le chien, arrivent tout dernièrement à des résultats opposés et se rapprochent plutôt des conceptions de Weed. Ils trouvaient une rigidité maxima quand la section passait à travers le milieu du noyau rouge et prétendent que la moindre lésion de ce dernier suffit à produire une rigidité assez nette. Ils soutiennent qu'il s'agit de phénomènes d'excitation.

Ces divergences de vues s'expliquent peut-être par le fait que les auteurs japonais s'adressaient au chien tandis que les conclusions de Magnus et Rademaker sont valables avant tout pour le lapin et le chat (Spatz). Quoi qu'il en soit il y a cependant concordance complète entre les deux camps pour soutenir que l'intégrité du mésencéphale avec les noyaux rouges suffit à assurer une répartition normale du tonus chez les animaux en question. Magnus a pu démontrer en outre que le lapin mésencéphalique pouvait marcher et grimper (sur excitation par pincement de la peau) sans troubles d'équilibre. Mais il faut se garder de généraliser. Chez les mammifères supérieurs le mésencéphale est insuffisant pour permettre une locomotion normale. Aussi bien chez le chat que chez le chien, le diencéphale (avec

thalamus et hypothalamus) semble indispensable. En ce qui concerne le singe on n'a jamais pu prouver qu'il était capable de se déplacer normalement après ablation des hémisphères cérébraux (et corps striés), réduit aux seuls centres diencéphaliques, pourtant suffisants pour le chien. Ceci montre que plus on s'élève dans l'échelle phylogénétique, plus sont complexes les mécanismes indispensables pour qu'une grande fonction subsiste.

Nous avons vu que chez le lapin et le chat l'intégrité du mésencéphale et des noyaux rouges pouvait garantir une répartition correcte du tonus. Est-ce qu'on peut en déduire que c'est uniquement à ces centres, en quelque sorte autonomes, qu'est dévolue à l'état normal la régulation tonique ?

S'il était ainsi, aucune lésion laissant intactes les régions mésencéphaliques et siégeant plus haut ne pourrait apporter un trouble au fonctionnement desdits mécanismes. Or il a été démontré par Warner et Olmstedt que l'extirpation du lobe frontal provoque chez le chat une hypertonie des extenseurs. Ces faits ont été confirmés par Bernis et Spiegel. On pourrait arguer, comme suggère Spatz, que des influences inhibitrices de même que des excitations, partent de la corticalité, se contre-balançant en quelque sorte, et ceci expliquerait que le chat mésencéphalique, libéré des unes et des autres, peut présenter un tonus normal. Mais il s'agit là d'hypothèses qui simplifient un peu trop la question. De toute façon, *« du fait qu'après section transversale les parties du système nerveux restées intactes suffisent tout juste pour assurer une fonction donnée, on ne peut*

pas conclure qu'à l'état normal, les parties éliminées soient sans importance pour cette fonction » (Spatz). Ceci n'empêche que chez certaines espèces, il revient au noyau rouge un rôle prépondérant, sinon exclusif, dans la régulation du tonus musculaire.

Quant à la fonction statique, nous avons vu que, sauf chez le lapin, il faut au moins l'intégrité du diencéphale pour que la marche, quasi normale, soit possible. On ne saurait en effet isoler la station debout de la marche dont elle ne constitue en somme qu'un cas spécial. Elles relèvent toutes deux du même mécanisme et leur analyse est en quelques sorte inséparable. La fonction statique — terme pris dans son sens le plus large — est représentée par l'ensemble des réactions permettant à l'animal de se mettre debout, de tenir debout, de marcher, de maintenir son équilibre.

Son étude doit s'adresser en premier lieu à l'animal intact pour analyser minutieusement toutes ces réactions. En second lieu seulement viennent les observations sur l'animal mutilé, qui permettent de suivre les viciations de la fonction et de formuler des hypothèses, voire même de tirer des conclusions fermes sur l'importance plus ou moins grande pour la statique de telle ou telle partie du système nerveux. C'est cette voie qu'a suivie Rademaker dans les recherches qu'il vient de synthétiser dans sa monographie « Das Stehen » et dont nous avons essayé de résumer les lignes essentielles dans les chapitres précédents.

De la longue série de faits, il convient de dégager les points importants. Une première notion, capitale, s'impose pour ainsi dire, c'est la complexité extrême

de l'organisation statique chez l'animal intact. Qu'on est loin du *reflex standing* du décérébré ! De nombreuses réactions à point de départ souvent très différent, s'intriquant les unes dans les autres, s'influençant réciproquement, concourent pour assurer la station debout, permettre une adaptation quasi instantanée à des conditions statiques variables, parer à toutes les menaces de déséquilibre. Il n'y a pas de spécialisation absolue et bien souvent un même groupe de réflexes répond à des buts différents.

L'analyse détaillée des réactions se heurte à de grandes difficultés chez l'animal intact. Il s'agit en effet d'obtenir par des conditions expérimentales judicieusement choisies une sorte d'isolement artificiel de tel ou tel groupe de réflexes qu'on veut étudier. Or, assez souvent des influences cérébrales inhibitrices font que la réaction correspondante ne se déroule pas avec toute la netteté désirable.

Pour résumer toutes les données dans une courte vue d'ensemble, nous dirons que la fonction statique est assurée chez l'animal intact avant tout par la « *Stehbereitschaft* », les différents réflexes d'attitude et les réactions d'équilibre. Les réflexes qui entrent en jeu sont déclanchés par des excitations proprioceptives, cutanées, labyrinthiques et optiques. Il faut insister sur le rôle fondamental des réactions proprioceptives et sur l'importance de la « *Stehbereitschaft* » d'allure nettement conditionnelle. En ce qui concerne le maintien ou le rétablissement de l'équilibre dans les conditions les plus variables, il est à noter que les facteurs susceptibles d'intervenir sont assez nombreux et adaptés aux circonstances.

Nous allons maintenant passer rapidement en revue les faits observés après ablation de parties importantes du système nerveux et notamment chez le décérébellé et le chien diencéphalique. Il n'est pas dans nos intentions de revenir sur des questions de détail, mais d'attirer simplement l'attention sur les points capitaux.

L'ablation des hémisphères cérébraux a comme conséquence la suppression définitive de la « Stehbereitschaft » et de la réaction magnétique. L'extirpation d'un seul hémisphère produit le même résultat, mais seulement aux pattes contralatérales. D'autre part, on constate chez le chien diencéphalique une diminution notable et durable du tonus de soutien des pattes postérieures. Un certain nombre d'autres réactions sont troublées passagèrement, le retour à la normale se faisant dans des délais relativement courts. Dans les premiers temps qui suivent l'opération, l'animal ne corrige pas les positions anormales des pattes, ce trouble paraissant dépendre, d'après Rademaker, de la suppression de la « Stehbereitschaft ». Mais après quelque temps, le chien, grâce à des mouvements de correction proprioceptifs, arrive à suppléer à ce défaut. Il marche et stationne d'une façon tout à fait normale. Mais ceci prouve simplement que les possibilités de suppléance du chien diencéphalique sont assez importantes. L'abolition définitive de certaines réactions et les troubles persistants du tonus de soutien montrent qu'à l'état normal le télencéphale joue un rôle indéniable dans la fonction statique et que son ablation entraîne des conséquences qui sont loin d'être négligeables.

Considérons maintenant les troubles qui suivent l'ablation du cervelet. Une première constatation s'impose. C'est qu'aucune des réactions observées à l'état normal n'est supprimée définitivement. On obtient même quelques-unes d'une façon beaucoup plus nette et quasi automatique. Il est ainsi des réflexes labyrinthiques et des réflexes profonds du cou. D'une manière générale il résulte des travaux de Rademaker que la plupart des réactions statiques ou d'équilibre, abolies ou fortement diminuées immédiatement après l'extirpation du cervelet, réapparaissent au bout de plusieurs jours ou semaines et sont beaucoup plus vives que chez l'animal intact.

On peut conclure que le cervelet n'est pas le siège de centres indispensables pour que ces réactions se produisent. Mais d'autre part elles sont modifiées chez le décérébellé dans le sens d'une exagération. C'est cette exagération qui provoque des perturbations de la statique et donne l'impression qu'il y a trouble important des réactions d'équilibre.

On a longtemps cru que le cervelet était le siège des centres de l'équilibration, et les destructions partielles provoquaient l'apparition de phénomènes plaidant en faveur de cette thèse. Si elle était juste on serait en droit de s'attendre à une perte irrémédiable de la faculté d'équilibration après extirpation totale. Ou du moins à des troubles extrêmement graves, se produisant immédiatement après et dont la correction par des suppléances serait difficile à escompter. Or on constate que l'équilibre est moins compromis qu'après extirpation unilatérale.

Nous n'insisterons pas sur les nombreuses expériences qui ont eu pour but de préciser le rôle du cervelet et auxquelles s'attachent les noms de Flourens, Luciani, André Thomas, Dusser de Barenne, Munk, Sven Ingvar et autres. Il est certain que le cervelet est d'une grande importance pour la fonction statique, et qu'il exerce une action sur la plupart des réactions qui en dépendent. Sans être indispensable pour qu'elles puissent se produire, son ablation a comme résultat, des troubles plus ou moins durables.

Il semble qu'il s'oppose plus spécialement aux automatismes ayant sous leur dépendance la tendance à l'abduction et extension, en favorisant pour ainsi dire les mouvements de flexion et adduction (Goldstein). Il agirait en collaboration étroite avec la corticalité, tout en adaptant son action aux conditions périphériques dont il reçoit des excitations proprioceptives.

Nous avons vu que les auteurs sont unanimes à déclarer que les noyaux rouges suffisent pour empêcher la rigidité décérébrée à se produire. Ceci prouve bien que le rôle du cervelet dans l'inhibition du tonus extenseur est loin d'être exclusif ou indispensable. D'autre part la rigidité décérébrée ne semble pas augmenter après extirpation du cervelet. Ceci ne permet pas de nier son rôle inhibiteur, étant donné qu'il agit normalement sous l'influence des hémisphères. Il faudrait donc voir quelles sont les conséquences de son ablation dans des cas de rigidité décérébrée provoquée par destruction isolée des noyaux rouges (Goldstein). Par contre on a observé une diminution de la rigidité par excitation du cervelet.

Il résulte aussi des travaux de Rademaker et que nous avons rapportés, que chez le chien décérébellé un certain nombre de réactions liées à des automatismes mésencéphaliques et bulbaires — comme les réflexes labyrinthiques, les réflexes profonds du cou — sont plus vives, libérées pour ainsi dire d'un contrôle supérieur.

L'extirpation bilatérale des labyrinthes entraîne naturellement l'abolition de tous les réflexes qui en dépendent et que nous avons étudiés ailleurs. Il en résulte l'impossibilité du rétablissement de l'équilibre dans tous les cas où la cause perturbatrice agit avec une très grande brusquerie. Car dans ces conditions, seuls les réflexes statokinétiques, déclanchés par excitation labyrinthique, arrivent à temps pour empêcher la chute.

Rappelons encore que la section des racines postérieures a comme conséquence la suppression complète de la fonction statique. De même — nous l'avons vu — on ne peut parler de station debout, ni chez l'animal spinal, ni chez le décérébré.

*
* *

En résumé, les conclusions suivantes se dégagent avec certitude de l'étude comparée de la fonction statique chez l'animal intact et chez l'animal mutilé par l'ablation de parties plus ou moins importantes du système nerveux :

1° A l'état normal, la fonction statique est assurée par une ensemble d'appareils situés dans tous les éta-

ges du névraxe. Rôle fondamental des réactions proprioceptives.

2° Quoique imparfaite, la régulation statique est encore possible après extirpation de différentes parties du système nerveux. Elle est assurée dans ces cas par un remaniement fonctionnel des parties restées intactes qui représentent un « minimum suffisant ».

3° Ce « minimum suffisant » est constitué chez le lapin par le mésencéphale, chez le chat et le chien par le diencéphale; chez le singe, des centres télencéphaliques semblent encore indispensables.

4° Dans aucun cas, ni l'ablation du cervelet, ni celle des labyrinthes ne rendent toute station définitivement impossible. Il existe cependant des troubles plus ou moins graves, plus ou moins durables.

5° Plus on s'élève dans l'échelle phylogénétique — plus grand est le « minimum suffisant » nécessaire à la station debout. Il y a une « *migration des fonctions vers le pôle frontal* » (Steiner).

DEUXIEME PARTIE

La station debout et les réflexes statiques de l'homme

CHAPITRE PREMIER

Conditions particulières de la station debout

Nous avons longuement étudié la station debout de l'animal et les mécanismes réflexes qui la conditionnent. Avant d'aborder maintenant avec quelque détail l'analyse de la réfectivité statique de l'homme, il convient d'attirer l'attention sur la différence fondamentale du problème chez l'un et chez l'autre.

En effet, les conditions générales de la station debout de l'homme sont si particulières qu'on ne saurait trop rappeler, combien il faut être prudent, quand il s'agit de généraliser à celui-ci des données expérimentales tirées de l'étude de l'animal.

Le problème statique chez l'homme n'est pas simplement un peu plus difficile, un peu plus compliqué. Ce n'est pas une question de degré mais il s'agit, pourrait-on dire, d'un problème entièrement nouveau.

Considérons d'abord le côté purement mécanique de la question. On sait que l'équilibre d'un corps, sa stabilité sont fonction d'un certain nombre de facteurs dont les plus importants sont : la situation du centre de gravité d'une part et d'autre part le polygone de sustentation.

Pour un corps qui prend appui sur le sol par l'intermédiaire de tiges, le polygone de sustentation est constitué par le « polygone convexe le plus simple qui enveloppe tous les points d'appui sur le plan horizontal » (A. Broca). Etant soumis à l'action de la pesanteur dont la résultante, égale au poids du corps, passe par le centre de gravité et est dirigée verticalement — il s'ensuit que ce corps ne peut rester en équilibre que si le dit centre de gravité se trouve à l'intérieur du polygone de sustentation.

Mais la stabilité de son équilibre — c'est l'évidence même — sera d'autant plus grande qu'il faudra un effort plus considérable pour le troubler, c'est-à-dire pour porter le centre de gravité en dehors du polygone de sustentation. On peut en déduire que l'équilibre est d'autant plus stable que le polygone de sustentation est plus grand et que le centre de gravité est plus éloigné de ses bords, qu'il se trouve plus près du centre de gravité du polygone. Il faut ajouter encore que pour une même base de sustentation, la stabilité sera d'autant plus grande que le corps sera moins élevé. Et ceci se comprend aisément, l'effet produit par une force agissant sur ce corps étant égale au produit de la force et du levier, c'est-à-dire de la hauteur du corps.

Après ce bref rappel de mécanique où nous avons suiv l'exposé de A. Broca (*Physique Médicale*, 3^e édition), essayons de voir comment on peut appliquer ces données générales aux questions qui nous occupent et ce qu'on peut en tirer.

Chez l'animal (nous ne parlons bien entendu que des mammifères supérieurs), le corps repose sur quatre

pattes et la surface de sustentation correspond à peu près à un rectangle. Le centre de gravité se trouve assez loin des points d'appui, bien à l'intérieur et relativement bas situé. Il résulte de cette disposition un équilibre d'une parfaite stabilité mécanique et que la pesanteur tend à maintenir.

Il suffit donc que les pattes soient placées normalement sur le sol et que leur tonus de soutien soit suffisant pour que l'animal puisse garder la position debout — théoriquement du moins — pendant un temps infini et sans qu'un mécanisme réflexe d'équilibration doive intervenir.

Il n'est pas de même quand une cause perturbatrice cherche à déséquilibrer l'animal. Mais il faut exercer une force assez importante pour que la menace devienne effective, nécessitant pour y parer la mise en jeu de réactions correctrices.

En résumé, on peut dire que l'équilibre mécanique de l'animal est d'une grande stabilité et que normalement, dans la station debout aussi bien que dans la marche, son maintien est facile.

Chez l'homme il n'en est pas de même et le problème devient d'une difficulté extrême. Ne possédant que deux « pattes », son polygone de sustentation est très réduit. D'autre part, étant donné sa taille élevée, son centre de gravité est haut situé.

Un équilibre mécanique n'existe pour lui que dans certaines positions exceptionnelles alors que normalement son centre de gravité tend à se déplacer sans cesse en dehors du polygone de base. Si nous considérons un homme dans une attitude bien équilibrée, il est

évident que la plus légère secousse, portant sur le dos ou la poitrine, suffirait pour provoquer la chute si le centre de gravité n'était pas ramené chaque fois, instantanément, à l'intérieur du polygone de sustentation, par une réaction correctrice appropriée.

L'équilibre mécanique de l'homme est essentiellement instable. Il est constamment, normalement, menacé. Le problème qu'il lui faut résoudre à chaque instant est donc autrement difficile que celui qui se pose à l'animal ou plutôt qui ne se pose qu'exceptionnellement.

Et pourtant, avec quelle aisance, l'homme ne réussit-il pas à trouver des solutions multiples, variées, propres à lui. Quand Thévenard, critiquant la manière de voir de M. Froment, écrit : « On a voulu présenter l'homme debout comme un acrobate perpétuellement au bord de la chute... » il a au fond trouvé le mot juste. Car, étant donné les conditions mécaniques, l'homme est vraiment une sorte d'acrobate parfait de la station debout. Ce n'est pas sa virtuosité naturelle qui doit faire oublier les difficultés du problème en soi qu'il résout, en se jouant pour ainsi dire. C'est un acrobate perpétuellement au bord de la chute mais qui ne tombe pas parce qu'il connaît son métier.

Pour bien faire ressortir ce fait, à notre avis capital, nous nous permettrons une comparaison qui nous semble assez juste.

Considérons des patineurs débutants qui font leurs premiers exercices sur une patinoire à glace. Ils ont toutes les peines du monde de garder leur équilibre et s'avancent avec une extrême prudence, attentifs, raidis,

prenant toutes les précautions. Malgré tout ils font des chutes nombreuses, très nombreuses même.

Si nous observons maintenant d'autres patineurs plus experts, pratiquant ce sport depuis des années, nous constatons qu'ils évoluent sur la glace avec une très grande aisance, avec grâce et qu'ils ne sont nullement embarrassés pour garder leur équilibre.

Les débutants, ayant les mêmes moyens physiques, se trouvant absolument dans les mêmes conditions mécaniques, et qui tombent pourtant souvent, sont bien obligés de considérer les autres comme de véritables acrobates *constamment au bord de la chute*. Si la chute ne se produit pour ainsi dire jamais c'est que les patineurs entraînés connaissent bien leur affaire.

Nous pourrions supposer que si l'on faisait apprendre à patiner à tous les jeunes enfants, tout le monde saurait évoluer sur la patinoire avec autant de facilité que sur le sol. Aurait-on alors le droit d'oublier qu'en soi, le problème d'équilibre que pose le patinage est assez difficile ?

Nous avons tous appris à tenir debout et à marcher dans des conditions d'équilibre instable. Et sa virtuosité acquise fait trop souvent oublier que l'homme est en réalité, nous reprenons le mot de Thévenard, un acrobat *constamment au bord de la chute*, oui, mais qui ne franchit pour ainsi dire jamais ce bord.

Chez l'animal, nous l'avons vu, les choses se passent d'une façon tout à fait différente. Mais on pourrait objecter que certains singes marchent également sur deux pattes. Il nous semble intéressant de citer à ce sujet quelques renseignements empruntés au livre de

R. HARTMANN, *les Singes anthropoïdes et l'Homme*, Paris, 1886, et que nous avons trouvés dans la leçon inaugurale de M. le Professeur Froment.

La démarche de l'Orang-Outang est pénible et mal assurée. Il pose sur le sol le bord externe du pied, orteils repliés, rarement la plante. Doté de bras extrêmement longs, il prend appui sur le sol avec le dos de la main, doigts ployés. Il a presque l'attitude d'un vieillard courbé par l'âge, qui s'avance appuyé sur un bâton.

Le Chimpanzé n'est pas capable de se tenir longtemps debout : il cherche aussitôt un appui pour ses mains ou encore pour mieux se tenir en équilibre, il les croise derrière la tête qu'il rejette en arrière. Sa démarche est vacillante.

Le Gorille, puissant et massif, mais chancelant, a le corps très incliné en avant et animé pendant la marche d'une sorte de roulis; il tient, lui aussi, sa grande masse en équilibre en croisant les bras au-dessus de la tête.

Les plus experts dans l'art de se tenir debout — attitude pour eux inhabituelle — sont le Gibbou à main blanche et le Gibbou svelte. Ils posent les pieds à plat sur le sol, tournent les genoux en dehors et tiennent le corps assez droit. Ils ont d'ailleurs les bras si longs qu'ils sont encore presque droits lorsqu'ils marchent à quatre pattes. Souvent, ils tiennent les bras croisés au-dessus de la tête ou étendus en balancier d'acrobate.

Tous ces singes anthropomorphes, quand ils sont debout, ont le tronc incliné en avant, les genoux fléchis, la tête un peu dans les épaules. Leur colonne vertébrale, sans sinuosités, décrit une courbe régulièrement concave en avant. La station debout demeure pour tous, semble-t-il, acte épisodique et acte volontaire, les membres thoraciques étant souvent appelés au secours des membres pelviens.

Il semble donc indiscutable que l'homme occupe, en ce qui concerne la statique, une situation à part. Est-il besoin encore d'insister sur sa grande facilité pour s'adapter aux conditions statiques les plus variables, telles qu'on les rencontre dans les différents sports ?

Et maintenant, quels sont les facteurs dont dépend chez l'homme la station debout. Elle ne tient certainement pas à notre charpente et à ses rapports avec l'étendue du globe, comme le pensait Ch. Bell. Et si les ligaments sont naturellement adaptés à la station debout, ils sont loin de jouer le rôle exclusif que leur attribuaient les frères Weber.

Depuis Duchenne, de Boulogne, il est bien démontré que le rôle essentiel revient à la musculature. Il est vrai que Paul Richer étudiant la *morphologie en action*, chez l'homme nu, placé dans l'attitude du soldat sans armes, arrive à la conclusion suivante : « La théorie musculaire est inadmissible dans son ensemble et dans sa généralité ». Mais il faut reconnaître que cette attitude est exceptionnelle et que même dans cette position spéciale, d'incessantes oscillations nécessitent des contractions musculaires destinées à les combattre et à corriger instantanément des commencements de déséquilibre. (Froment).

A l'heure actuelle, physiologistes et neurologistes sont d'accord pour affirmer que la station debout est essentiellement conditionnée par des phénomènes musculaires. Elle dépend du tonus. Sherrington définit d'ailleurs celui-ci « contraction posturale réflexe ».

Ce n'est pas un tonus fixe mais un tonus incessamment variable suivant les moindres changements de l'attitude générale et segmentaire.

La station debout, *phénomène actif* (Froment), est régie par une réflectivité statique, qui doit avoir chez l'homme une organisation spéciale et qui est en grande partie, nous le verrons, réflectivité cérébrale.

CHAPITRE II

Ce qui - des réflexes statiques de l'animal et de l'homme - peut être mis en regard

Dans ce chapitre nous passerons en revue les différentes observations faites chez l'homme normal ou pathologique et qui ont été rapprochées des réactions constatées dans l'expérience sur l'animal.

On n'a pas pu mettre en évidence chez l'homme des réactions ayant quelque ressemblance avec la « Steh-bereitschaft » qui joue un rôle si important dans la statique de l'animal. Par contre il existe un certain nombre d'observations qui semblent indiquer qu'il y a une certaine analogie entre les réactions de soutien de l'animal et les réflexes qui assurent chez l'homme un tonus suffisant des membres inférieurs dans la station debout.

On ne connaît pas d'une façon précise le rôle des excitations extéroceptives dans la production du tonus de soutien de l'homme. Il n'y a pas de réaction « magnétique » comme on l'observe chez le chien. Après anesthésie de la plante du pied, la marche, quoiqu'un peu chancelante, est encore possible et ceci montre que des excitations extéroceptives ne sont pas indispensa-

bles. Dans des cas de lèpre et de tabes, où la plante du pied était insensible, la statique n'était pas gravement compromise.

Ce sont surtout des excitations proprioceptives qui jouent, chez l'homme aussi, un rôle de très grande importance. Mais contrairement à ce qu'on observe chez l'animal, la distension des fléchisseurs plantaires du pied et des orteils ne constitue pas le facteur prédominant. La section du tendon d'Achille ne rend pas la station impossible. Chez l'homme, des excitations proprioceptives, partant de différents muscles, semblent pouvoir déclencher le tonus de soutien.

A l'état pathologique on peut observer dans certains cas des réactions de soutien positives et négatives, telles que les a étudiées Magnus sur l'animal. Schwab a obtenu chez des cérébelleux une forte extension de tout le membre inférieur, préalablement fléchi, en portant le pied et les orteils en flexion dorsale. Cette contraction réflexe persistait tant qu'il maintenait le pied du sujet dans cette position. Inversement, la flexion plantaire passive déclenchait une flexion du genou et de la hanche avec impossibilité d'étendre passivement le membre. Dans un cas de tumeur ponto-cérébelleuse droite il y avait des réactions analogues, mais seulement au niveau de la jambe droite. Foerster trouve assez souvent des réactions de soutien positives dans des cas de paraplégie spastique par lésions médullaires graves : extension de la cuisse et de la jambe provoquées par flexion dorsale passive du pied.

Au niveau des membres supérieurs, Schwab constate chez des cérébelleux que le coude se met en extension

si l'on fléchit dorsalement les doigts et le poignet. Quand on essaie de fléchir le coude on rencontre une résistance énorme qui persiste tant que le poignet reste en extension.

On pourrait également rapprocher des réactions de soutien négatives le phénomène des raccourcisseurs de Pierre Marie : triple flexion du membre inférieur, déclanchée par flexion plantaire du gros orteil.

Chez l'homme normal on peut, dans 90 % des cas environ, mettre en évidence le signe de l'avant-bras de Léri, qui présente tous les caractères d'une réaction de soutien négative. Voici en quoi il consiste :

Si l'on fléchit fortement les doigts et la main d'un sujet, il se produit une flexion du coude, lente et persistante. Ce signe est aboli ou diminué dans les lésions du neurone périphérique, de la moelle cervicale inférieure et dans les atteintes de la voie pyramidale. Il serait exagéré dans les méningites.

On observe chez l'homme, tout comme chez l'animal, une certaine interdépendance articulaire. Ainsi on peut constater que la flexion maxima de la hanche est conditionnée par la flexion préalable du genou. Dans les contractures en extension, par lésion médullaire, la flexion passive du genou est facilité par la flexion préalable de la hanche.

D'une manière générale, on trouve des points communs entre la station debout de l'animal et celle de l'homme. Même répartition tonique dans les membres inférieurs, avec contraction simultanée des extenseurs et fléchisseurs. Forte diminution du tonus de soutien en position dorsale. S'il est impossible de faire fléchir

complètement les jambes d'un homme debout par une pression exercée sur les épaules, on y arrive assez facilement quand il s'agit d'un homme couché sur le dos (Rademaker.)

Le tonus de soutien subit des modifications sous l'influence de nombreux facteurs, bien étudiés chez l'animal. Nous avons vu que la courbure dorsale de la colonne **et** la position du bassin avaient une action nette et typique sur le tonus des extrémités. De même les réflexes profonds du cou, les réflexes labyrinthiques, etc.

Chez l'homme on n'a pas étudié en détail l'influence de la courbure dorsale de la colonne et de la position du bassin sur le tonus de soutien. D'autre part, les observations ne sont pas univoques. Certes, on relève des analogies avec ce qu'on peut constater chez l'animal. Ainsi les lutteurs savent qu'il devient facile de faire fléchir les jambes de l'adversaire par pression de la mâchoire sur l'épaule, dès qu'ils ont réussi à faire fléchir sa colonne à la limite des régions dorsale et lombaire. (Rademaker.)

Chez l'homme debout le déplacement du tronc en arrière détermine une flexion des genoux ; le déplacement en avant, une forte extension. Mais quand le bassin est très fléchi du côté ventral, dans le déplacement maximum en avant, les genoux se fléchissent. Si la position de départ est *genoux fléchis*, le degré de flexion augmente encore quand on penche le tronc en avant et diminue par contre quand on le redresse. Elle s'exagère encore quand on le penche fortement en arrière. D'une façon générale, les réactions diffèrent suivant la posi-

tion initiale des jambes. Elles sont loin de concorder en tous points avec celles observées chez l'animal.

RÉFLEXES PROFONDS DU COU.

Chez le décérébré, la rotation passive de la tête d'un côté déclenche une extension tonique des membres du côté où se trouve la mâchoire, tandis que les membres opposés se mettent en flexion.

On a observé chez l'homme des réflexes analogues dans des cas d'hémorragie cérébrale, avec inondation ventriculaire, de ramollissement bilatéral, d'idiotie congénitale, etc. En général, les mouvements réflexes étaient plus marqués au niveau des bras. Quelquefois on n'observait que des modifications toniques : augmentation du tonus extenseur du côté où se trouve la mâchoire, exhaussement du tonus fléchisseur du côté opposé.

Simons et Walshé ont montré qu'on pouvait assez souvent obtenir ces réflexes chez des hémiplégiques, en déclenchant des syncinésies, qui sont alors nettement influencées par la rotation de la tête. Ainsi, dans un cas de parésie gauche, ils observent une augmentation du tonus fléchisseur à gauche, quand on tourne la tête du malade à droite et une augmentation du tonus extenseur à gauche quand on la tourne du même côté. Les syncinésies du bras gauche ont souvent tantôt le caractère d'une flexion, tantôt d'une extension, suivant la position de la tête.

Dans d'autres cas, on ne peut mettre en évidence des modifications toniques que par mobilisation pas-

sive. On obtient les mêmes réactions quand, au lieu de tourner la tête, on fait tourner le tronc. La tête gardant ainsi sa position dans l'espace, il ne peut pas s'agir de réflexes d'origine labyrinthique.

Minkowski a pu observer chez des foetus humains de trois ou quatre mois, extraits par la césarienne, des mouvements rappelant les réflexes profonds du cou. Goldstein et Riese prétendent en avoir constaté chez l'homme normal, quand les membres se trouvent dans un état de contraction volontaire.

De Bruyer observe chez un enfant atteint d'idiotie amaurotique, une extension des bras, déclenchée par flexion dorsale de la tête, indépendamment de la situation de l'enfant dans l'espace.

Dans les lésions de la voie pyramidale, les réflexes du cou ne sont pas constants, mais souvent — là où il n'y a aucun effet cinétique — on observe des modifications toniques. Ainsi, dans un cas d'hémiplégie avec contracture en flexion de la jambe, la rotation de la tête vers le côté paralysé, sans déclencher une extension, déterminait toutefois une diminution du tonus fléchisseur, rendant l'extension passive facile.

Citons encore une observation de Marinesco et Radovici, qui concerne un cas de tétraplégie spastique. Chez ce malade, la flexion ventrale de la tête déclenchait une flexion des quatre membres ; la flexion dorsale provoquait leur extension.

Enfin, certains auteurs ont voulu interpréter le signe de Brudzinski comme un réflexe profond du cou, se manifestant à l'occasion de l'irritation méningée.

En résumé, on peut dire que l'on n'observe pour

ainsi dire jamais des réflexes du cou chez l'homme normal, mais seulement dans certains états pathologiques. Et encore, ne sont-ils pas d'observation courante.

*
* *

En ce qui concerne *les réflexes toniques labyrinthiques*, Förster a pu faire quelques constatations intéressantes. Chez des malades présentant une atteinte de la voie pyramidale, il trouve que le tonus des extenseurs, adducteurs et rotateurs en dedans de la jambe est maximum, quand la fente buccale forme un angle de $+ 45^\circ$ avec l'horizontale ; cette position est obtenue par l'abaissement du lit du côté de la tête. En position dorsale habituelle — l'angle étant de 90° — le tonus est plus faible, mais encore assez important. Il diminue en position verticale et atteint son minimum pour un angle de $- 45^\circ$, le lit étant incliné en avant et en bas.

Landau a décrit chez le nourrisson un « Rückenreflex », qui se rapproche assez des réflexes de redressement du cou observés chez l'animal.

Voici en quoi il consiste : Si l'on tient en l'air un nourrisson de 9 à 12 mois, de façon telle que son thorax regarde le sol, il relève sa tête et il se produit en même temps une contraction des extenseurs de la colonne s'accompagnant d'une concavité dorsale. Il y a en outre contraction assez forte des extenseurs du membre inférieur.

La flexion passive de la tête entraîne automatiquement un relâchement complet des groupes musculaires qui étaient en état de contraction.

Schaltenbrand observe un autre réflexe également chez le nourrisson. La rotation de la tête déclanche chez

celui-ci une flexion et torsion de la colonne, le tronc passe en position latérale, suivant ainsi le mouvement de la tête. Ce réflexe, qui s'apparente aussi aux réflexes de redressement du cou, a été retrouvé par Schaltenbrand, chez des idiots adultes.

Nous voudrions maintenant envisager la question des réflexes proprioceptifs, en rapprochant certaines observations faites chez l'homme, des données tirées de l'expérimentation sur l'animal.

On sait que les réflexes proprioceptifs sont déclenchés par l'excitation de récepteurs situés dans le muscle même. Ils sont complètement indépendants de la sensibilité cutanée, c'est-à-dire du champ extéroceptif et subsistent tant qu'il y a intégrité des racines postérieures correspondant aux muscles sur lesquels porte l'excitation, même après section de toutes les autres racines postérieures. L'excitation adéquate, qui déclenche ces réflexes, est constituée par une distension, un étirement musculaire. La réponse est tantôt une contraction phasique, tantôt une contraction tonique, posturale. Liddell et Sherrington ont montré qu'elle était proportionnelle au degré d'allongement du muscle.

Il y a lieu de distinguer deux ordres de faits. Ou bien récepteur et effecteur se trouvent réunis dans le même organe, le muscle étiré seul se contracte. Ou bien l'excitation proprioceptive déclenche des contractions portant sur d'autres muscles. Récepteur et effecteurs se trouvent dans ce cas séparés. Nous avons vu les nombreuses catégories de réflexes par distension que Rademaker distingue chez l'animal.

D'après Foerster, le raccourcissement du muscle,

par rapprochement passif de ses insertions est capable également de provoquer une contraction qui tend à maintenir l'attitude segmentaire. Réflexes d'adaptation et de fixation. Rappelons qu'il s'agit dans ces cas, d'après Rademaker, d'une contraction déclanchée par l'étirement des antagonistes. En faveur de cette thèse, il faut citer les expériences de Schoen et Pritschard, qui voient disparaître les contractions des muscles raccourcis, après section des antagonistes.

Chez l'homme, il est possible de mettre en évidence de nombreux faits rentrant dans le cadre des réflexes proprioceptifs. Considérons d'abord le cas où le muscle qui se trouve allongé se contracte seul, récepteur et effecteur étant réunis.

D'après Liddell et Sherrington et d'après Hoffmann, tous les réflexes tendineux seraient en réalité des réflexes par distension. La percussion du tendon agirait par l'étirement brusque transmis au muscle. Foerster ne se rallie pas tout à fait à cette façon de voir ; il estime qu'il y a mise en jeu d'autres facteurs encore.

Citons maintenant un certain nombre d'exemples de réflexes par distension, indiscutables, que nous empruntons à Rademaker.

Chez un homme debout, jambes en extension, le quadriceps est relâché. Une flexion passive du genou déclenche une contraction tonique de ce muscle.

On fléchit le genou à angle droit, chez un homme en décubitus ventral. Quand on lâche le pied, la jambe retombe d'abord de 25° environ, puis il y a un arrêt dû à la contraction des fléchisseurs du genou distendus, dont les tendons se dessinent sous la peau. Enfin la jambe continue sa chute.

Chez un homme debout, qui se penche en avant, le triceps sural, étiré, se contracte et le talon quitte le sol. Si inversement, il se penche en arrière, les orteils se détachent du sol, sous l'action de leurs extenseurs qui s'opposent à l'allongement par une contraction.

André Thomas a attiré l'attention sur le fait que la flexion passive du coude provoquait une contraction tonique du triceps.

Foix a montré que « le corps, dans une position donnée, est, la plupart du temps, comme suspendu à la contraction du muscle antagoniste de cette attitude ». C'est ce qu'il appelle *équilibre de suspension*. C'est-à-dire que chez un homme qui penche son tronc en avant, il y a contraction tonique des muscles sacro-lombaires distendus, qui empêchent ainsi la chute en avant.

Enfin, pourrait être également interprété comme réflexe par distension, le « phénomène des antagonistes » de Babinski et Jarkowski.

Considérons maintenant un autre groupe de faits où la contraction musculaire semble être déclenchée par un raccourcissement passif. Nous voulons parler des *réflexes de posture*, bien étudiés par Foix et Thévenard, et dont l'analyse physio-clinique et pharmacodynamique a été reprise ultérieurement par Delmas-Marsalet, qui établit la notion du « *temps de détente* ». Voici en quoi consiste ce réflexe, étudié primitivement pour le jambier antérieur, mais qui est un phénomène assez général. Si l'on rapproche passivement les insertions d'un muscle, celui-ci se contracte et tend à maintenir l'attitude pendant un laps de temps variable,

mais généralement assez bref. Ainsi, par exemple, la flexion dorsale du pied avec rotation interne déclenche le réflexe de posture du jambier antérieur. Delmas-Marsalet, qui a étudié ces réflexes par la méthode myographique, appelle « temps de détente » le temps que met le pied pour revenir à sa position initiale, sa chute étant ralentie par le réflexe de posture.

Notons encore, au point de vue historique, que ces phénomènes de contraction musculaire provoquée par un raccourcissement, avaient été observés antérieurement par Westphall qui parle de « contraction paradoxale », et puis par Strümpel qui les constate chez des parkinsoniens. Mais ces auteurs considèrent ce phénomène comme pathologique. Foix et Thévenard, les premiers, montrent qu'on l'observe chez l'homme normal. Quelle est, physiologiquement, l'interprétation des réflexes de posture ?...

Pour Foix et Thévenard, c'est une *shortening* réaction dans le sens de Sherrington. Pour Goldflam, il s'agit d'un réflexe déclenché par l'étirement du jambier antérieur, la contraction se produit au moment où l'on lâche pied. Delmas-Marsalet a pu observer les deux contractions. Une pendant le raccourcissement, l'autre au moment où on abandonne le pied. Il englobe d'ailleurs les deux phénomènes dans le groupe des réflexes de posture. Il y a évidemment deux explications possibles pour le réflexe qui se produit pendant qu'on rapproche les insertions du muscle. La contraction pourrait être due au raccourcissement. Elle pourrait aussi bien être sous la dépendance d'une excitation proprioceptive, partie des antagonistes qui se

trouvent allongés. Rademaker penche plutôt vers la deuxième hypothèse, en se basant sur les expériences de Schoen et Pritschard que nous avons relatées plus haut.

Pour trancher la question, il faudrait voir si l'on pourrait obtenir chez l'homme un réflexe de posture, même si l'antagoniste est sectionné. Or, il n'existe pas d'observation semblable.

Pour Foix et Thévenard, le réflexe de posture est un phénomène purement local et indépendant en quelque sorte de l'attitude générale du corps. Delmas-Marsalet a pu prouver par contre que l'intensité des réflexes de posture variait en fonction de la position du corps, obéissant à un certain déterminisme. S'inspirant des travaux de J. Froment et de ses élèves qui avaient bien mis en évidence, par le test du poignet, que le tonus dépendait de l'attitude générale, Delmas-Marsalet étudie les variations du temps de détente dans différentes positions. Chez le sujet allongé, assis jambes pendantes, assis dans le fauteuil colonial. Voici ses conclusions :

« Il semble bien que leur diminution soit d'autant plus grande que l'attitude prise est plus confortable et que l'effort qui la maintient est plus réduit. De là ce fait que les réflexes de posture diminuent dans le fauteuil colonial et que celui du jambier antérieur soit minimum si les jambes sont pendantes. Inversement, les attitudes fatigantes et les statiques litigieuses nécessitant une vigilance musculaire (Froment) plus grande entraînent « ipso facto » l'augmentation des réflexes de posture élémentaires... ». « Les réflexes de posture élémentaires ne sont pas des expres-

sions fixes d'un état neuro-musculaire local, mais ils se modifient avec l'attitude suivant des lois définies. On peut donc parler avec Froment des réflexes de postures au pluriel. » (Delmas-Marsalet, Rapport au XXXIV^e Congrès des Aliénistes et Neurologistes de France et de pays de langue française. Lille, 1930.)

Les réflexes de posture sont diminués ou abolis dans les lésions de la voie pyramidale, dans les atteintes du neurone périphérique, sensitif ou moteur, dans les lésions du système cérébelleux, du même côté que la lésion. Ils sont exagérés dans les affections du système extra-pyramidal et en particulier dans les états parkinsoniens et dans la maladie de Wilson.

.....

Essayons maintenant de voir si l'on peut établir une certaine analogie entre les données tirées de la pathologie humaine et les résultats de l'expérience sur l'animal, en ce qui concerne le rôle joué par les différentes régions de l'encéphale dans la régulation du tonus.

Tandis que les expériences sur l'animal mettent surtout en évidence l'importance du segment caudal du système extra-pyramidal, à savoir du noyau rouge, elles n'ont pas encore permis de le faire avec certitude pour le striatum, les centres sous-thalamiques et le locus niger, en ce qui concerne l'action de ces centres sur la répartition du tonus musculaire.

Par contre, les cliniciens voient dans le striatum, le pallidum et le locus niger les centres les plus importants pour la régulation tonique.

S'il paraît bien établi que l'action du noyau rouge chez l'homme ne diffère pas essentiellement de celle

qu'il exerce chez l'animal, il est cependant peu probable que son rôle soit aussi prépondérant que chez celui-ci. Tout, au contraire, fait penser que le noyau rouge ne suffit pas, chez l'homme, pour assurer une répartition normale du tonus. Il est démontré que même en cas de lésions beaucoup plus haut situées, des troubles graves du tonus peuvent apparaître qui, chez l'animal, pour des lésions identiques, sont beaucoup moins marqués.

Dans les observations de rigidité décérébrée chez l'homme, qui ont été rapportées par Wilson, Furner, Gordon, Holuces, Walshe, Raymond et Cestan, il s'agissait en général de décébration incomplète siégeant à peu près au niveau du plan de section de Sherrington et réalisée par une tumeur. Tous les malades présentaient une hyperextension des membres inférieurs, tandis que les membres supérieurs étaient tantôt en flexion, tantôt en extension.

Mais il existe des observations de rigidité de décébration due à des lésions beaucoup plus haut situées. Ainsi, dans un cas de Magnus, il y avait des foyers de ramollissement dans les noyaux tenticulaires. Dans un cas de Brauner, les lésions siégeaient au niveau de l'écorce des hémisphères et du cervelet.

Il existe des observations de décébration par troubles de développement au cours de la vie intra-utérine. Les enfants sans télencéphale d'Edinger-Fischer et d'A. Jakob présentaient une rigidité prononcée. Pourtant, dans le cas de Jakob, tout le diencéphale était conservé et chez l'enfant d'Edinger-Fischer, il y avait en outre, d'un côté, le striatum. Ceci s'oppose évidem-

ment à ce qu'on observe chez les chiens diencéphaliques qui ont une répartition normale du tonus.

Citons encore le cas curieux de l'anencéphale de Gamper qui n'avait que le mésencéphale avec les noyaux rouges et des restes insignifiants du diencéphale. Cependant, il n'y avait pas de rigidité de décérébration. Le tonus n'était pas normal, mais d'une façon générale, l'anencéphale de Gamper était supérieur aux enfants d'Edinger-Fischer et Jakob qui avaient pourtant un diencéphale intact. On a voulu expliquer cette contradiction en admettant que dans le cas de Gamper l'arrêt de développement s'était produit plus précocement, permettant un remaniement fonctionnel du mésocéphale, devenu capable ainsi d'assumer des fonctions qui ne lui incombent pas normalement chez l'homme.

Dans les cas de lésion du noyau rouge, en pathologie humaine, on observe bien une hypertonie. Mais celle-ci se constitue lentement, au cours d'années, et il paraît difficile de l'assimiler à la rigidité de décérébration qui est un phénomène aigu. De plus, cette hypertonie n'est pas constante.

Nous avons vu d'ailleurs que, chez l'animal, les résultats des expériences diffèrent suivant les espèces et que plus on s'élève dans la série phylogénétique, plus est important le minimum suffisant, nécessaire pour la répartition normale du tonus.

Chez l'homme, la pathologie de l'adulte montre bien l'importance des centres supérieurs et en particulier des corps striés. Les résultats des expériences

sur l'animal ne peuvent s'appliquer tels quels à l'homme. Chez lui, le rôle desdits centres supérieurs devient beaucoup plus considérable et leur bon fonctionnement est indispensable pour qu'il y ait répartition normale du tonus musculaire.

CHAPITRE III

Station debout et réflexes statiques à minima

Si l'on veut vraiment envisager dans leur totalité les problèmes qu'englobe chez l'homme la réflectivité statique, il ne faut pas, ainsi qu'on l'a fait trop souvent, limiter son étude au jeu des muscles qui s'opposent directement à la chute en avant ou à la chute en arrière, à ceux qui interviennent directement dans la suspension du tronc. Si en effet, au lieu de ramener la station de l'homme à un schéma tout artificiel, on considère l'homme tel qu'il se présente dans la réalité, on s'aperçoit que le problème de la statique est chez lui infiniment plus complexe.

Etudier sa statique, ce n'est pas étudier comment s'opère celle-ci dans une attitude préfixée, telle que celle du soldat sans armes, généralement pris comme prototype de la station de l'homme. En réalité, cette attitude demeure exceptionnelle et les oscillations n'y sont pas moindres que dans toute autre attitude, ce qui montre que l'équilibre passif n'y est pas mieux assuré. En effet, l'équilibre de l'homme debout est toujours

actif, c'est-à-dire maintenu par des contractions musculaires appropriées qui d'ailleurs ne parviennent, dans aucune attitude, à assurer l'immobilité absolue.

« L'homme qui, debout, croit rester immobile, disait J. Froment dans sa leçon inaugurale, présente d'incessantes oscillations; elles sont même d'assez grande amplitude quand les pieds sont accolés et les yeux fermés. C'est pour cette raison que le photographe met un tuteur derrière la tête de celui que, même assis, il fait longuement poser. Pour ce juge sévère et impartial qu'est la plaque photographique, il n'est pas d'homme bien équilibré, s'il n'est convenablement étayé. Ces oscillations sont les péripéties de cette lutte contre la pesanteur qui ne laisse aucun répit à l'homme debout, fût-il en position dite normale et bien équilibrée. Ce prétendu équilibre n'est que la somme algébrique d'un nombre infini de déséquilibres aussitôt corrigés par l'intervention des systèmes musculaires requis. »

L'équilibre de l'homme n'est pas statique, mais pourrait-on dire, dynamique. On ne peut pas maintenir la convention artificielle trop souvent adoptée d'après laquelle on étudiait le mécanisme de la station de l'homme dans une attitude déterminée. Il faut en quelque sorte le suivre dans tous ses modes de station debout et à tout bien considérer, ce n'est même pas suffisant, car l'homme qui progresse n'est pas affranchi, il s'en faut, de toute nécessité statique.

« De l'homme qui stationne (mais, nous l'avons vu, jamais ne reste immobile) à l'homme qui marche il n'y a pas, en ce qui concerne le travail que comporte le maintien des attitudes debout, de différences essentielles. De part et d'autre il y a déséquilibre incessamment variable et

rétablissement incessant de l'équilibre sur des bases nouvelles. Ici et là, non moins ici que là, le système tonique ne cesse de se remanier, de s'adapter à la situation, de parer au péril de l'instant. Il ne peut le faire que grâce à un jeu de réflexes statiques d'une infinie complexité. » (FROMENT et DUBOULOZ, *J. Médecine de Lyon*, 5 mai 1929).

Ce que nous venons de dire de la marche n'est pas, il est vrai, strictement applicable à la course. Tandis que la marche n'est en somme qu'une station unipède alternée, l'homme qui court se détache complètement par instants du sol, ainsi que l'établit aisément la cinématographie au ralenti, ainsi que l'établissait nettement déjà la chronophotographie de Marey. L'impulsion, l'élan annihilant en partie l'effet de la pesanteur, affranchit par instant l'homme qui court des nécessités statiques, nécessités dont il n'est jamais affranchi dans la marche.

Toutes ces considérations nous amènent donc aux conclusions suivantes. Il ne faut pas opposer chez l'homme statique et cinétique. Il y a de la statique dans sa cinétique comme il y a de la cinétique dans sa statique. Il faut étudier l'homme dans l'action et dans ce qu'il est convenu d'appeler le repos. Pour lui il n'y a pas, à proprement parler, d'équilibre stable. Il est en réaction incessante contre des menaces de déséquilibre ou plus exactement contre du déséquilibre incipiens. Nous voulons dire par là que les oscillations incessantes que subit tout homme qui stationne, le mettent en demeure, sous peine de déséquilibre, de remanier sans cesse par voie réflexe, son tonus de posture. On peut appliquer à l'équilibre humain le quali-

ficatif de labile qui, étymologiquement, vient du latin *labi* qui signifie tomber, glisser. On dit d'un objet qu'il est labile, quand suivant la définition qu'en donne Littré, il est sujet à glisser, à tomber, à manquer.

Lors donc que nous observons l'équilibre d'un homme en action, un premier point nous frappe. C'est que tantôt il requiert ses bras pour éviter la chute ou pour parer d'avance à quelque menace de déséquilibre, et tantôt au contraire il s'en passe. On pourrait donc dire avec J. Froment et Paufigue qu'il y a deux ordres de réflexes statiques différents : 1° Les réflexes statiques dont dépend la statique à minima qui laisse aux bras toute leur indépendance ; 2° Les réflexes dont dépend la statique renforcée qui requiert l'intervention des bras et retient plus ou moins longtemps leurs mouvements afin que rien ne les distraise de leur fonction statique. Cette rigidité momentanée qui les bloque montre bien, en effet, tout l'intérêt que la nature prend à leur collaboration effective. La modification tonique qu'ils présentent alors fait donc bien partie et pour part importante, de la réflectivité statique. Nous allons donc envisager successivement ces deux groupes de réflexes que nous croyons maintenant avoir clairement définis, les réflexes statiques à minima auxquels sera consacrée la fin de ce chapitre, et les réflexes statiques à maxima qui feront l'objet du chapitre suivant.

On s'est attaché à isoler en quelque sorte, un peu artificiellement peut-être, la musculature à laquelle serait à proprement parler dévolu le maintien de la statique. Thévenard, prenant surtout en considération

l'attitude pieds joints dite de repos, s'est cru en droit d'écrire :

« Dans ces conditions, les muscles auxquels est dévolu le maintien de l'attitude, c'est-à-dire qui luttent contre la pesanteur, sont: les muscles de la nuque, les muscles sacro-lombaires, les moyen et petit fessiers, les muscles postérieurs de la cuisse (biceps, demi-membraneux, demi-tendineux), les muscles jumeaux. Dans certaines conditions que nous avons indiquées, s'y ajoute le quadriceps fémoral. On peut remarquer que, réserve faite pour le quadriceps fémoral, ces muscles sont tous situés en arrière d'une surface idéale, qui suivrait le profil de la charpente squelettique et si nous considérons cette surface comme séparant la musculature en deux plans, l'un antérieur, l'autre postérieur, nous pouvons dire que chez l'homme debout, les muscles essentiellement anti-gravidiqes sont les muscles du plan postérieur. » (Thévenard.)

Une première observation s'impose, c'est que la sangle abdominale, bien que située sur le plan antérieur, n'a pas moins d'importance dans le maintien de la station debout que la masse sacro-lombaire. Duchenne, de Boulogne, a clairement démontré

« l'action synergique dans la station verticale, des muscles qui fléchissent les vertèbres lombaires (abdominaux) et de leurs extenseurs, les spinaux lombaires. Les physiologistes, ajoute-t-il, n'avaient même pas entrevu ce fait. Il est cependant incontestable. En effet, l'attitude et la conformation du tronc changent pendant la station verticale à l'instant où la force des muscles fléchisseurs diminue, et le bassin s'incline davantage afin de faire supporter le poids du tronc par les extenseurs des vertèbres lombaires. »

Les deux lordoses de caractère différent sur lesquelles Duchenne de Boulogne attirait l'attention et qu'il mettait en regard, lordose paralytique des muscles de l'abdomen et lordose paralytique des spinaux-lombaires, montrent que l'intervention des premiers n'est pas moins nécessaire au maintien de la statique que celle des seconds. Il faut donc leur accorder une place équivalente. Mais ne faut-il pas aller encore un peu plus loin ? Tous ces muscles auxquels on réserve en quelque sorte la fonction statique, pourraient-ils faire correctement leur office si, concurremment, ne se produisaient d'autres contractions musculaires qui leur donnent en quelque sorte un point d'appui et, par suite, collaborent indirectement au maintien de ladite statique ?

Sans doute, il y a des contractions essentielles et d'autres qui ne sont qu'accessoire. Mais l'essentiel et l'accessoire sont en fonction de l'attitude considérée. Peut-on pousser plus loin l'analyse ? Nous ne le croyons pas. Certes, les muscles des jambes et ceux qui maintiennent la statique du bassin paraissent être en quelque sorte les fondations de la station debout et de la marche. Mais en fait on ne saurait dire que les masses sacro-lombaires et la sangle abdominale ont une importance moindre. Sans leur collaboration, il n'y a plus ni possibilités statiques, ni attitudes normales. Et à y regarder plus près, le problème est encore beaucoup plus compliqué. Pour établir ce qui pour une attitude donnée revient à tel ou tel muscle, pour établir en quelque sorte la formule tonique dont dépend telle ou telle attitude, il faudrait pouvoir jau-

ger le tonus de tous les éléments du consortium musculaire qui dans chacune de ces attitudes est en cause. Or, l'on peut ni le faire, ni même imaginer à l'heure actuelle des méthodes qui permettraient d'y arriver, même approximativement.

Sans doute, il est évident que chez l'homme qui se cambre et incline son tronc en arrière, la sangle abdominale travaille plus que chez celui qui se penche en avant. Mais tout dépend encore des attitudes segmentaires : inclinaison de la tête, fléchissement plus ou moins accusé ou non-fléchissement des genoux, etc. La moindre variation de l'attitude segmentaire, modifiant le travail requis, implique une répartition particulière du tonus musculaire.

« Le tonus de posture — contraction posturale réflexe — ne peut assumer le maintien des attitudes droites qu'en s'adaptant aux nécessités toujours variables de l'équilibre. Il y a autant de systèmes toniques que de variantes d'attitudes. Des réflexes statiques innombrables, à chaque instant, modifient le réglage tonique de tout ou partie de la musculature squelettique. » (Froment et Dubouloz, *Journal de Médecine de Lyon*, 5 mai 1929.)

Nous sommes donc conduit à cette conclusion que l'inventaire des réflexes statiques de l'homme est à l'heure actuelle impossible. Il n'est pas plus possible de déterminer ce qui revient exactement à tel ou tel muscle dans le maintien d'une attitude donnée. On peut le faire à priori, mais sans aucune précision, sans aucun procédé de vérification rigoureuse. S'il faut renoncer à numérer les réflexes statiques, on peut du moins tenter de les définir clairement.

Ce n'est même pas chose facile. On peut les concevoir de deux manières différentes. On pourra appeler réflexes statiques les réflexes qui règlent l'attitude d'un segment par rapport à l'autre. Mais comme l'attitude générale du corps implique la coordination de tous ces réflexes statiques élémentaires, on peut encore, et c'est la terminologie que nous adopterons, appeler ainsi les synergies réflexes dont dépend cette attitude générale du corps. On ne peut pas se défendre de l'idée que la stabilité humaine est liée à une coordination minutieuse des réflexes élémentaires, à une véritable harmonie réflexe.

Les réflexes statiques que nous venons de définir autant que faire se peut, répondent à des mécanismes réflexes assez différents. Réflexes d'origine proprioceptive ou à point de départ exteroceptif, réflexes labyrinthiques et otholitiques, réflexes du type conditionnel. Il est assez difficile de dire exactement ce qui revient aux uns et ce qui appartient aux autres.

Sans entrer dans plus de détails, nous nous bornerons à rappeler les expériences faites en ce qui concerne le signe de l'index, par MM. J. Froment et Mayoux. On sait que la flexion de la tête entraîne le déplacement en bas de l'index chez un sujet ayant les yeux fermés et qui porte alternativement son bras de droite à gauche et vice versa dans un plan horizontal. L'extension de la tête entraîne un déplacement de l'index en haut. Cette constatation, due aux recherches de Quix, est expliquée par cet auteur comme la conséquence de l'action de réflexes otolithiques. Mais cette interprétation est-elle indiscutable? S'il en était

ainsi, comment expliquerait-on que le simple déplacement du regard en haut ou en bas, sans aucun changement de la position de la tête dans l'espace, suffit de même à entraîner l'index du sujet observé dans le même sens, ainsi que l'ont signalé MM. Froment et Mayoux? Comment expliquer encore que le simple fait de penser au plafond ou au plancher suffit, suivant les mêmes auteurs, pour provoquer le déplacement en haut ou en bas de l'index? N'est-ce pas la preuve que le phénomène signalé par Quix s'apparente moins à des réflexes otolithiques qu'à des réflexes du type conditionnel tendant à harmoniser nos attitudes segmentaires et à les adapter aux desiderata de l'heure.

Nous verrons d'ailleurs, dans le chapitre suivant, que tout conduit à admettre chez l'homme la prépondérance des réflexes statiques les plus élevés, de ceux qui répondent au type conditionnel :

« Réflexes myotatiques, réflexes de soutien, réflexes cervicaux profonds, réflexes nés des canaux semi-circulaires et des otolithes, tous réflexes statiques mis en évidence sur l'animal, chez l'homme en possession de tous ses moyens ont subi de profonds remaniements. L'orientation du regard, l'orientation de l'attention, la logique ou l'illogisme du geste, ont chez celui-ci une immédiate répercussion sur le tonus postural. C'est qu'aux réflexes de base se sont adjoints des réflexes du type conditionnel indéfiniment susceptible d'enrichissements nouveaux. » (Froment et Dubouloz, *Journal de Médecine de Lyon*, 5 mai 1929.)

L'homme normal ne nous permettant pas de bien nous rendre compte du fonctionnement de cette partie de la réflectivité statique que nous avons dénommée,

avec J. Froment, réflectivité statique à minima, il convient de se retourner vers les états pathologiques pour voir ce qu'ils sont susceptibles de nous apprendre à cet égard. En procédant ainsi, nous ne faisons que mettre à profit la suggestive remarque de Magendie : « La pathologie du système nerveux n'est pas autre chose que la physiologie expérimentale appliquée à l'homme. » Telle est d'ailleurs aussi la manière de voir du grand neuro-physiologiste russe Pavlov. Voici en effet comment, lui aussi, s'exprimait :

« Etudiant depuis de nombreuses années la physiologie des hémisphères, j'ai plus d'une fois songé à me servir des manifestations psycho-physiologiques dans l'analyse des faits qui m'occupaient. En réalité, au lieu d'une méthode relativement grossière par rapport à la finesse et à la complexité du mécanisme étudié, méthode ayant comme moyen d'analyse, la destruction partielle des hémisphères, on pouvait espérer avoir ainsi une décomposition plus nette et plus fine de la complexité du travail cérébral, une séparation pathologique des diverses fonctions du cerveau, pouvant atteindre dans certains cas un très haut degré de différenciation. »

Etudions donc les divers états neuro-pathologiques qui déterminent les perturbations de la statique, en les groupant, ou plutôt en les apparentant autant que faire se peut.

Dans un premier groupe de faits, les lésions du neurone moteur périphérique, « *dernière étape commune* » de Sherrington, entraînent une paralysie atteignant toutes les motilités, volontaire et réflexes. La réflectivité statique ne fait alors que subir le sort de

toutes les autres motilités. Dans un certain nombre de cas de cet ordre, il y a atteinte de plusieurs groupes de muscles intervenant dans la statique, ce qui rend toute station impossible. Dans un autre groupe de cas, la paralysie n'atteint qu'un muscle isolé ou un groupe musculaire, la statique est troublée, se fait dans des conditions anormales, mais la compensation reste possible. Cette première catégorie de faits ne doit pas retenir longuement notre attention, ils nous permettent simplement de désigner avec précision les divers muscles auxquels directement ou indirectement incombe la statique. Avant de passer à un autre groupe de faits, nous croyons cependant devoir mentionner le passage suivant de la « Physiologie des Mouvements », de Duchenne, de Boulogne.

« Si les fléchisseurs des vertèbres lombaires (abdominaux) sont paralytiques en même temps que leurs extenseurs, la station debout et même assise devient absolument impossible. En voici un exemple: En 1864, M. Oulmont, médecin des hôpitaux, soumit à mon observation un individu (Saillard, 38 ans, serrurier à Saint-Lubin), qui depuis 13 ans ne pouvait se tenir dans la station debout ou assise... Sa paralysie était parfaitement limitée aux muscles moteurs de la partie lombaire du rachis. En effet, dans le décubitus dorsal, même sur un plan incliné, il ne pouvait infléchir le tronc en avant, ni latéralement. Et alors ses muscles de l'abdomen et carré des lombes restaient inertes; placé dans la station assise, son tronc tombait en avant, sans qu'il pût le redresser et l'on sentait que ses spinaux lombaires étaient inactifs. Aucun de ces muscles paralysés ne répondait à l'excitation électrique, tous les autres muscles avaient conservé leur motilité et leur force. Lorsque, par exemple, il était couché sur l'un de ses côtés ou sur

le dos, il exécutait avec tant de force tous les mouvements de la cuisse sur le bassin, qu'il m'était impossible de m'y opposer. J'ai essayé vainement, avec l'assistance de plusieurs aides, de le tenir quelques secondes en équilibre dans la station assise, à la manière des anatomistes qui ont avoué que l'on pouvait ainsi l'obtenir chez un cadavre. Dès qu'il était abandonné à lui-même, le corps s'affaissait ou en avant, ou en arrière, ou latéralement. Enfin cet individu ne pouvait marcher que sur ses genoux et ses mains, à quatre pattes comme on dit, et encore ne pouvait-il pas le faire longtemps sans fatigue, car ses spinaux lombaires étant paralysés, ses vertèbres lombaires cédant au poids des viscères abdominaux décrivaient une courbe lombo-sacrée considérable. (Duchenne de Boulogne. *Physiologie des Mouvements*, pages 725-726.)

Dans un deuxième groupe de faits, la statique est troublée par perturbation des éléments sensitivo-sensoriels qui renseignent les divers centres de la réflexivité statique. On conçoit aisément que la station debout soit perturbée par lésion des appareils labyrinthique et otolithique, ces analyseurs de premier ordre de notre situation dans l'espace. On conçoit encore que la station debout soit profondément troublée dans l'ataxie, puisqu'elle supprime plus ou moins complètement les données de la sensibilité profonde nous provenant des membres inférieurs, ces « piliers de la statique ». Il convient de rappeler que la perturbation de la statique dans le tabès n'est pas contemporaine de l'abolition de la réflexivité tendineuse. Nombreux sont les malades qui, ayant leurs réflexes achilléens et rotuliens abolis, subissent sans aucune difficulté l'épreuve de Romberg, pieds accolés. Lorsque l'épreuve de

Romberg est positive, on surprend, même chez des malades dont l'équilibre n'est pas encore profondément troublé, des contractions rapides, intenses et alternatives du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils. Les réflexes statiques subsistent donc, ayant déjà un peu perdu de leur efficacité. N'est-ce pas parce qu'ils se produisent avec moins de précision et peut-être avec retard? (J. Froment) A un stade de plus, la perturbation est telle que l'équilibre est impossible dès que l'on supprime la « béquille visuelle ».

Dans un troisième groupe de faits se placent les troubles de la station qui dépendent de lésions de l'appareil cérébelleux. Dès 1902, Babinski a attiré l'attention sur la dissociation des deux modes d'équilibre : le cinétique et le statique. Il montrait en effet qu'un malade atteint de lésions cérébello-protubérantielles, qui était dans l'impossibilité d'avancer d'un pas sans être aidé, pouvait parvenir après des efforts à trouver dans la station la stabilité. Il pouvait ainsi rester immobile, longtemps, sans être soutenu.

« Il est vrai, ajoutait Babinski, qu'au bout d'un temps dont la durée varie, mais qui peut atteindre et dépasser une minute, il titube et tomberait si l'on ne venait à son secours... Ce fait, contrairement à ce qu'on pourrait croire à première vue, n'est pas en contradiction avec ce que je viens de dire. En effet, même chez un sujet dont la fonction de l'équilibre statique est normale, l'immobilité ne peut être permanente; il se produit inévitablement de temps en temps un déplacement plus ou moins accentué de certaines parties du corps sans inconvénient pour l'individu chez qui la fonction de l'équilibre cinétique s'accomplit

correctement, mais qui, dans le cas contraire, amène de la titubation, de l'incoordination et peut déterminer une chute. »

Ainsi, chez le cérébelleux, l'équilibre statique peut être conservé alors que l'équilibre cinétique est profondément troublé.

Un pareil fait n'incite nullement à opposer statique et cinétique. Il suffit pour comprendre ce comportement différent du cérébelleux en station et en marche, de songer que ses mouvements sont mal réglés, hypermétriques, décomposés (asynchroniques) et par conséquent éminemment perturbateurs de la statique. Les troubles observés chez les cérébelleux en marche seraient donc indirects. Mais comme statique et cinétique ne peuvent jamais être absolument dissociés, comme il y a, nous l'avons déjà dit, de la cinétique dans la statique, il est fatal que chez le cérébelleux on observe souvent, même en station, certains troubles de statique.

Nous en arrivons enfin à une série de faits plus significatifs que les autres dans lesquels la réflexivité statique paraît directement en cause. Il s'agit des syndromes dits striés et en particulier de celui qui trahit le plus clairement la perturbation de la réflexivité statique, la *dysbasia lordotica*, sur laquelle Ziehen et Oppenheim avaient attiré l'attention et que Thomala et Wimmer ont ultérieurement rattachée à des lésions du corps strié. Lorsque le sujet atteint de *dysbasia lordotica* est debout ou assis, le tronc se renverse en arrière par saccades. Il peut volontairement ramener le tronc dans l'attitude primitive, mais il retombe en arrière.

« Pour remédier à cette fâcheuse infirmité, le malade, lorsqu'il est debout, prend une attitude de repos assez caractéristique : il fléchit les genoux, incline le tronc en avant et, posant ses mains à plat sur ses cuisses s'arc-boute sur elles. Cette attitude de défense, que nous retrouvons chez un de nos malades, avait été déjà notée par Oppenheim ». (J. Froment et R. Carillon, Congrès des Aliénistes et Neurologistes de langue française, Paris, 6 juin 1925. *J. de Médecine de Lyon*, 20 juin 1925.)

Cette curieuse perturbation statique qui fut d'abord prise pour une manifestation hystérique, car elle ne s'accompagne d'aucun trouble caractéristique de toute autre motilité ou réflexivité, a d'autant plus intrigué les neurologistes qu'elle s'accompagne d'une intégrité paradoxale de la station debout dans divers types de progression. Cette lordose mobile « disparaît encore complètement (ou tout au moins lorsque les contorsions atteignent un degré excessif, s'atténue très notablement) dans la course, le saut, l'ascension ou la descente des escaliers quatre à quatre, la marche en tirant, en poussant ou en portant sur les épaules un objet lourd, la marche à cloche-pied, la danse, la course à bicyclette. » (Froment et Carillon, *ibidem*.) Pour l'expliquer on a d'abord invoqué un spasme, dénommé parfois spasme d'action. Mais cette hypothèse ne tient pas compte des prétendus paradoxes. Elle laisse donc de côté une des données du problème. Certains des actes sus-mentionnés « sollicitent même des contradictions plus énergiques de ces muscles que celles que suppose la marche sur terrain plat du type habituel.

Et pourtant le prétendu spasme d'action est, ici encore, en défaut ». (Froment et Carillon, *ibidem*.)

Rejetant l'hypothèse du spasme d'action, J. Froment a montré par une analyse attentive de deux cas de dysbasia lordotica que l'on pouvait mettre en évidence un état méiopragique du système des fléchisseurs du tronc et du bassin, qui constitue en quelque sorte l'amarre antérieure. Or, dans la marche il y a, ainsi que l'ont montré Marey et Carlet, des oscillations de 10° environ en avant et en arrière de l'axe vertical. La dysbasia lordotica ne serait que la caricature des oscillations physiologiques démesurément accentuées. La lordose mobile de la dysbasia ne ferait dans la marche du type habituel que traduire l'instabilité statique du tronc qui, du fait du relâchement de l'amarre antérieure, tend sans cesse à tomber en arrière. Les paradoxes s'expliquent par l'attitude du tronc qui, incliné en avant dans les modes de progressions indemnes, ne risque plus de tomber en arrière. Nous préférons renvoyer le lecteur, pour plus de détails, à l'analyse très précise faite par J. Froment et Carillon dans le *Journal de Médecine de Lyon* du 25 juin 1926. Brunschweiler, de Lausanne, est revenu sur cette question dans le numéro des *Archives Suisses de Neurologie et de Psychiatrie* dédié au Congrès international de Neurologie de Berne 1931. Dans les cas qu'il a eu l'occasion d'étudier il rejette l'hypertonie, mais n'a pas constaté non plus d'insuffisance caractérisée. Il invoque une simple perturbation d'ordre chronologique dans les diverses actions musculaires qui concourent à la fonction statique. Voilà comment il s'exprime :

« L'équilibre, le synchronisme, la succession parfaitement harmonieuse de l'action de ces deux complexes fonctionnels automatiques, fléchisseurs et extenseurs du tronc, contribuent au premier chef au maintien de la statique normale du tronc pendant la marche. Chez le parkinsonien, lorsque la déficience se manifeste à la fois pour les deux complexes antagonistes (sans parler de beaucoup d'autres) nous avons alors une situation nouvelle, je n'ose pas dire un nouvel équilibre. Mais nous savons alors par Froment comment la statique renforcée entre en cause lorsque l'équilibre normal est compromis. »

Ainsi donc Brunschweiler ramène la dysbasia lordotica à un trouble de la conduction nerveuse en fonction du temps. Les réflexes statiques seraient surtout faussés en ce sens qu'ils n'interviendraient plus en temps utile.

De cette revue des divers états pathologiques envisagés sous l'angle de la statique, quelles conclusions peut-on tirer ? La première et la plus importante, semble-t-il, est la suivante : La réflexivité statique peut être troublée sans qu'il y ait ni paralysie, ni perturbation d'aucune autre des réflexivités connues et expérimentables. Elle peut exister sans que l'on constate ni hypotonie ni hypertonie permanentes.

Une deuxième conclusion : La réflexivité statique paraît plus ou moins indépendante de la voie pyramidale, dont les lésions n'entraînent pas de désordre graves et irrémédiables dans la statique. Dans une certaine mesure, il en est de même en ce qui concerne la voie cérébelleuse.

La réflexivité statique requiert par contre l'intégrité de tout ou partie du système strié. Cette même conclu-

sion amorcée en quelque sorte par l'étude de la *dysbasia lordotica*, va s'imposer plus clairement encore, après l'étude physio-clinique de l'état parkinsonien qui fera l'objet presque exclusif du chapitre suivant.

La voie motrice périphérique, « dernière étape commune » de Sherrington, est par suite indispensable à la mise en jeu des réflexes statiques. Mais ses atteintes étant le plus souvent parcellaires, ne déterminent qu'un dérèglement local le plus souvent compensable.

L'intégrité des voies centripètes est bien entendu nécessaire au fonctionnement des mécanismes réflexes de la statique. Mais si la section supprime toute réflexivité dans le territoire correspondant, une lésion peut dans certains cas, suivant son degré sans doute, n'atteindre que telle ou telle réflexivité en laissant d'autres indemnes momentanément. Ainsi, dans le tabès incipiens, il y a abolition des réflexes tendineux avec intégrité, du moins apparente, des réflexes statiques.

CHAPITRE IV

La rigidité de déséquilibre à l'état pathologique et réflexes statiques à maxima

L'étude de la rigidité parkinsonienne a conduit M. le Professeur Froment à une conception toute particulière du mécanisme physiologique de cette rigidité, conception étayée par une longue série de communications à la Société de Neurologie de Paris, s'échelonnant du 7 janvier 1927 au 2 juin 1932, date de la dernière note communiquée, à laquelle il a bien voulu nous associer.

Dès l'abord il s'était rendu compte que la rigidité parkinsonienne était en quelque sorte fonction de l'attitude générale du corps, ce qu'il avait exprimé dès sa première note en lui donnant le qualificatif de dystasique. Il s'était dès l'abord inscrit en faux contre la conception qui ramenait la rigidité parkinsonienne à un trouble du tonus de posture locale. C'est en recourant en clinique à l'observation faite suivant le mode expérimental, en faisant varier à l'infini les attitudes du parkinsonien, dont cependant, par le test du poignet figé, il s'appliquait à jauger le taux de la rigidité,

qu'il a pu étayer sur de solides fondations et finalement démontrer le bien-fondé de sa conception assimilant la rigidité parkinsonienne, véritable rigidité dystasique, à la rigidité de déséquilibre qui, nous le verrons plus loin, s'observe dans tous les déséquilibres pathologiques avec une modalité particulière à chacun d'eux. Bien plus, il a montré que la rigidité parkinsonienne a pour équivalent physiologique la rigidité de déséquilibre que provoque incidemment chez le normal toute statique litigieuse. Ses recherches ont toutes pris pour base d'étude le test du poignet figé.

« Un parkinsonien — écrivent J. Froment et H. Gardère — voit sa rigidité disparaître dès que, placé dans un fauteuil du type colonial, tête abandonnée, bras et jambes bien étalés, il supprime tout effort statique. Son poignet, qui était figé en attitude debout ou même assise, s'assouplit à l'instant même. Il suffit par contre qu'il détache la tête du dossier pour que le poignet se refige aussitôt. L'observateur qui, les yeux fermés, se borne à apprécier la souplesse du poignet, est immédiatement averti de ce léger déplacement qui s'est opéré sans ordre et sans bruit. De même en cas d'hémi-parkinsonisme, le poignet s'assouplit ou se fige... Quand il se penche fortement en avant ou que, se redressant, il dépasse la verticale et s'incline légèrement en arrière, le poignet devient moins raide. Dans les positions où le poignet présente son maximum de raideur, il suffit de redresser et d'étayer le bassin, en le saisissant par les épines iliaques pour atténuer la rigidité du poignet. » (J. Froment et H. Gardère. Communication à la Société de Neurologie de Paris, 4 mars 1926.)

Les auteurs que nous venons de citer ont fait une enquête destinée à les renseigner sur la présence ou

l'absence d'états figés dans les troubles de l'équilibre. Ils ont pu constater chez le cérébelleux une rigidité intermittente du poignet se manifestant au cours de la marche « au moment où le sujet titube, désaxé par un tournant brusque ». Ils ont vu d'autre part que même le grand cérébelleux garde le poignet souple tant qu'il se trouve dans une position d'immobilité relative et qui ne nécessite pas d'effort statique notable. Qu'il soit « couché dans son lit, assis sur une chaise, appuyé au dossier, ou même debout soutenu par des aides, s'il s'abstient de tout mouvement », aucune rigidité appréciable du poignet. Celle-ci apparaît par contre toutes les fois qu'on ordonne au malade d'exécuter certains mouvements avec le bras opposé. Ainsi, quand il doit placer le doigt sur le nez — son geste étant hypermétrique, accompagné de tremblement intentionnel — l'autre poignet se fige. La raideur disparaît dès que le mouvement a pris fin.

« En somme, chez le cérébelleux on voit apparaître une raideur intermittente du poignet qui paraît liée à la titubation, aux mouvements hypermétriques et au tremblement ; elle semble apparaître dès que la statique est perturbée par les mouvements excessifs et mal réglés. » (Froment et Gardère). Mêmes constatations dans la sclérose en plaques. Le poignet, souple dans la station debout au repos, se fige dans la marche et surtout à l'occasion des tournants brusques.

Chez le tabétique, le poignet se raidit plus ou moins au cours de l'épreuve de Romberg et même, chez le grand tabétique, dans la station pieds écartés, dès que les yeux se ferment. Mais le déséquilibre tabétique,

différent de la dystasie parkinsonienne, ne détermine aucune rigidité du poignet chez le sujet assis, les yeux fermés, attitude dans laquelle le poignet du parkinsonien n'est pas plus souple que s'il est debout.

Froment et Gardère ont pu montrer en outre que la raideur du poignet n'était pas l'apanage exclusif des troubles de l'équilibre, liés à une atteinte du système nerveux, mais pouvait s'observer dans tous les déséquilibres, quelle qu'en soit la nature.

« Voici par exemple, écrivent-ils, un amputé de cuisse par blessure de guerre, privé de sa jambe artificielle. Faisons-le tenir debout près d'une table, la main correspondant au côté amputé posée sur la table pour servir d'étau. De temps à autre, il supprime cet étau sans avertir l'observateur qui cherche à apprécier les yeux fermés l'état de souplesse de l'autre poignet aux différents instants considérés. Il en est averti d'ailleurs tout de suite, infailliblement, car le poignet se fige dès que l'appui fait défaut. Le poignet se fige plus encore quand, le poussant d'un doigt, un des assistants vient, si peu que ce soit, perturber l'équilibre du sujet observé.

« L'homme normal réagit, lui aussi, à sa manière, c'est-à-dire plus discrètement et plus exceptionnellement, au test du poignet figé. Il lui suffit en effet de s'incliner pour saisir un objet placé sur une table un peu éloignée, sans élargir son polygone de sustentation, pour que l'espace d'une seconde, le poignet se fige, puis se réassouplisse aussitôt. Il se fige encore lorsque l'homme normal en station à cloche-pied, perturbe nettement son équilibre. »

Cette enquête, qui avait conduit M. J. Froment et H. Gardère à distinguer la stabilisation à minima, économique, et la stabilisation à maxima ou renforcée,

intervenant dans tous les cas où la statique est perturbée, qui requiert une participation plus étendue de la musculature et en particulier celle des membres supérieurs.

« Le test du poignet est le signal-symptôme de ce mode de stabilisation inaccoutumé, véritable stabilisateur d'alerte. Elle est mise en jeu dans tous les troubles de l'équilibre, qu'ils surviennent à l'état normal ou pathologique, c'est qu'alors le mécanisme de stabilisation à minima, bien que sans doute indemne, risque de se montrer insuffisant. Chez le parkinsonien, par contre, ce stabilisateur à minima semble faussé. Aussi ne suffit-il plus même dans les circonstances les plus banales. Dans celles où le maintien de la statique n'est troublé par aucune perturbation de l'équilibre, le mécanisme de stabilisation renforcée devient dès lors chez le parkinsonien le mode de stabilisation habituel, toute statique active l'implique par suite. »

Dans une communication ultérieure, MM. Froment et Paufigue ont montré que les modifications observées dans la recherche du test du poignet avaient bien les caractères attribuables à des phénomènes réflexes. Ils ont montré que la réflexivité en cause devait être rattachée non pas à une réflexivité posturale toute locale mais bien à la réflexivité statique.

Le jeune enfant dont la statique est encore mal assurée ne balance pas plus ses bras que le parkinsonien ou le grand ataxique cérébelleux. Ce n'est que lorsque l'homme est devenu un virtuose de la statique, autrement dit lorsque la réflexivité dont elle dépend a acquis sa perfection, qu'il conquiert la liberté de ses bras. Il peut dès lors, étant debout ou en marche, en disposer

à son gré sous condition expresse d'équilibre. Il perd liberté et souplesse du bras dès la moindre alerte, dès la moindre menace de déséquilibre. Ceux-ci sont réquisitionnés aussitôt d'office.

La rigidité parkinsonienne semble dès lors n'être que le témoin de la régression de la fonction statique ou plus précisément de l'involution progressive des réflexes statiques. Au cours de cette dissolution on retrouve certains aspects du développement normal sans que l'on puisse exactement superposer les étapes du développement et celles de la régression. Minkowski insiste particulièrement sur le fait que « le cas d'un isolement pathologique chez l'adulte ne réalise pas un véritable retour à une phase foétale ou infantile, mais présente le caractère d'un anachronisme, dépourvu de sens ». Il s'agit d'une évolution spéciale où apparaissent cependant souvent des aspects rappelant le développement normal.

Poursuivant leurs recherches, Froment et ses collaborateurs se sont attachés à montrer l'influence qu'exercent sur le système tonique l'orientation du regard et l'orientation de l'attention.

« Les maxima de la rigidité parkinsonienne correspondent : — à une position basse du bras, lorsque le sujet regarde ses pieds — à une position haute du bras, s'il dirige ses yeux vers le plafond. » Quand le malade déplace son regard par étapes de bas en haut, la rigidité, mise en évidence par le test du poignet, suit en quelque sorte le regard. Ces réactions ne semblent pas liées à des réflexes déclanchés par les modifications successives de la situation de la tête dans l'espace. Car

la rigidité continue à suivre fidèlement les yeux, même quand la tête est solidement fixée par un aide.

« Le déplacement latéral des yeux, avec ou sans déplacement conjugué de la tête (les modifications sont aussi nettes dans un cas que dans l'autre) provoque aussi le déplacement de la rigidité parkinsonienne. »

Il nous semble intéressant de reproduire intégralement le texte du récit que font J. Froment et Dubouloz, dans leur article du 5 mai 1929, *Journal de Médecine de Lyon*, où ils rapportent les résultats de leurs expériences destinées à montrer l'influence de l'orientation de l'attention sur le tonus musculaire.

« Qu'un observateur entraîné à ce mode d'exploration recherche sur un parkinsonien (à rigidité légère ou moyenne) le test du poignet — coude légèrement détaché du tronc; avant-bras horizontal ou mieux légèrement incliné vers le bras — il sentira une forte rigidité quand la tête, le regard, la main, ou seulement le regard et la main se dirigent dans le même sens. Dès qu'ils se dirigent en sens contraire, il y a détente. Brusquement, le frein lâche.

« Que si la rigidité atteignant son acmé — tête, regard et main ayant même orientation — on approche une montre de l'oreille, attirant l'attention du malade dans la direction opposée, on annule l'effet de la déviation de la tête et des yeux. Il suffit même, pour qu'il en soit ainsi, que simplement l'on invite à se rapporter dans cette direction la pensée du sujet observé.

« La rigidité de déséquilibre que provoque à l'état d'ébauche chez le normal la statique sur les talons et très distinctement chez l'ataxique l'attitude du danseur de corde (un pied devant l'autre, talon contre pointe) est, quand ces attitudes s'associent à la déviation de la tête et du regard, sujette aux mêmes déplacements, elle obéit aux mêmes incitations. »

Nous venons d'insister longuement sur les recherches faites par M. Froment et ses collaborateurs et qui nous semblent avoir une importance toute particulière pour la solution du problème qui nous occupe. Il a bien voulu nous initier à cette étude difficile et délicate de la réflectivité statique.

Nous croyons devoir attirer l'attention de ceux qui voulant vérifier ces constatations reprendront ces recherches, de la nécessité qui s'impose d'abord de s'initier à cette exploration des plus légères variations de la rigidité. Il ne faut pas perdre de vue le point suivant : La rigidité tend à maintenir le poignet dans une attitude utile au maintien de la statique. Elle tend donc à désertter le poignet dès que pour une raison ou une autre l'attitude de la main ne répond plus à la logique de l'attitude. C'est à la logique statique qu'il faut demander le pourquoi du plus ou du moins de rigidité. Si l'on n'en tient pas compte, les variations du taux de la rigidité parkinsonienne apparaîtront comme un inextricable chaos.

Particulièrement nette dans l'attitude avant-bras fléchi à 100° , main ramenée en pronation, coude reporté en arrière, la rigidité tend à disparaître chez le parkinsonien quand la main est placée verticalement, pouce en l'air, dans une attitude intermédiaire entre la pronation et la supination. Elle tend encore à disparaître quand la main, demeurant en pronation, est reportée en arrière ou que l'avant-bras est placé verticalement. Un dernier détail qui a son importance. L'observateur prenant d'une main le bras dont il va explorer le poignet, doit le tenir délicatement, car s'il l'empoigne il

soutient efficacement son malade et devient tuteur. La main qui explore le poignet doit aussi se faire très souple, la résistance doit surtout être appréciée au niveau du bord interne de la main, enfin l'observateur doit maintenir étendus les doigts de la main explorée, pouce excepté. Il faut dans la recherche éviter la régularité, car alors le poignet suit le mouvement et se désintéresse de la statique. Il ne faut pas oublier que la solution qu'on peut apporter à un déséquilibre n'est pas une, mais multiple. Recourant à la stabilisation à maxima, l'homme déséquilibré peut, mis à part les cas de très grand déséquilibre, réquisitionner ici ou là la réflectivité, apportant à la statique le supplément nécessaire. Il suffit d'observer attentivement une danseuse, quand sa virtuosité frôle l'inéquilibre, pour voir l'un de ses bras, l'une de ses mains contraster avec la souplesse générale par son attitude raide et crispée. Mais cette rigidité peut être reportée ailleurs, elle peut ainsi quitter la main pour gagner l'épaule. C'est celle-ci qui se raidit chez quelqu'un qui porte un objet fragile dans sa main et se trouve brusquement déséquilibré, en glissant par exemple. C'est également l'épaule qui est rigide chez la danseuse qui s'évente en faisant des pointes.

Ces quelques remarques étaient nécessaires pour montrer la délicatesse de ces recherches s'adressant aux réflexes statiques.

Que conclure de tout ceci ? Il est manifeste que la réflectivité statique, dans certaines conditions (déséquilibre ou statique litigieuse) englobe tout ou partie du bras. La rigidité que l'on y observe n'est qu'une résistance à quitter une position utile pour la statique.

Dès que pour une raison ou une autre la position considérée a perdu son utilité, la rigidité liée à la stabilisation à maxima tend à émigrer.

La rigidité parkinsonienne, son équivalent physiologique, la rigidité de déséquilibre et par suite le tonus de posture, ont un taux incessamment variable, ces variations sont sous la dépendance de réflexes statiques qui répondent au type conditionnel et que, par suite, on doit considérer comme de véritables réflexes cérébraux.

CHAPITRE V

Essais d'étude expérimentale chez l'homme normal. Réactions d'équilibre. Rigidité de vigilance. Importance dévolue aux réflexes statiques du type conditionnel.

S'il est légitime de demander d'abord aux divers états neuropathologiques de nous renseigner sur le mode de fonctionnement et d'organisation du « mécanisme qui automatiquement chez l'homme stabilise les attitudes et règle l'adaptation aux divers modes statique » (Froment), il faut nécessairement en arriver à l'étude du normal. Cette étude est beaucoup plus complexe. Agissant à la manière de l'expérimentateur, la maladie décompose, analyse et permet mieux ainsi de pénétrer dans l'intimité du mécanisme qu'elle a partiellement faussé. Ce virtuose de la statique qu'est l'homme normal déjoue trop facilement l'observateur. Comme un excellent prestidigitateur il dissimule ses procédés.

Mais après avoir compris à l'aide des divers états pathologiques autant que faire se peut, le mécanisme de la stabilisation humaine, il est nécessaire de con-

fronter les constatations faites chez l'homme pathologique et celles auxquelles conduit l'observation attentive de l'homme normal. C'est en déséquilibrant un homme qu'on l'étudie le plus aisément en provoquant des réactions d'équilibre.

Le déséquilibre provoqué entraîne certainement des remaniements sur toute la ligne du tonus postural. Mais toutes les modifications essentielles, celles qui ont trait aux protagonistes de la statique échappent complètement à l'observation. Pour s'opposer à une poussée antéro-postérieure portant sur le haut du tronc, il est manifeste que toute une série de muscles tels que la sangle abdominale, le psoas iliaque, le tenseur du fascia lata, c'est-à-dire tous les fléchisseurs du tronc et du bassin augmentent leur contraction. Mais cette augmentation tonique échappe à toute mesure, voire même à toute évaluation. Il semble évident, toutes choses égales par ailleurs, qu'elle est proportionnelle à la poussée. Elle varie encore suivant l'attitude des membres inférieurs, leur plus ou moins grand écartement et suivant le tonus initial.

Des considérations analogues conduiraient à admettre que dans une poussée s'exerçant d'arrière en avant, les extenseurs du tronc et du bassin présentent une augmentation tonique.

C'est à des constatations de cet ordre qu'ont été conduits Foix et Thévenard dans l'étude du phénomène de la poussée. Ils ont observé qu'une poussée exercée sur la région antérieure du thorax déclenchait une contraction des muscles du plan antérieur. Il y a saillie brusque au cou-de-pied des tendons du jambier

antérieur et de l'extenseur commun des orteils, contraction du quadriceps fémoral se traduisant par l'ascension de la rotule, contraction des abdominaux. En exerçant une poussée d'arrière en avant, entre les omoplates, Foix et Thévenard observent une contraction globale des muscles du plan postérieur. D'après ces auteurs, le phénomène de la poussée est aboli dans divers syndromes pathologiques du système nerveux, parfaitement conservé dans d'autres. Enfin, dans certains cas, notamment dans les syndromes striés, il y aurait d'importantes modifications. Dans les paralysies périphériques, les muscles atteints ne répondent pas bien entendu, lorsqu'on provoque le phénomène de la poussée. Rappelons que MM. J. Froment et H. Gardère avaient constaté l'absence de la saillie des tendons du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils dans la station à cloche-pied chez les malades atteints de paralysie du sciatique poplité externe...

En somme, l'étude des phénomènes musculaires, déclanchés par la poussée, ne permet pas d'aller très loin dans la compréhension de la régulation statique. Elle montre simplement quels sont les groupes musculaires en cause.

L'étude de l'homme pathologique nous a montré que les réactions d'équilibre ne restaient pas cantonnées aux muscles des membres inférieurs et du tronc, plus généralement aux muscles dit antigravidiqes. M. Froment a attiré l'attention sur les modifications toniques se produisant dans les bras en fonction directe avec l'état de déséquilibre. Il a montré que le test du poignet permettait de suivre les variations de ce tonus

postural de renfort. Nous avons déjà rappelé quelques-unes de ses constatations ayant trait à l'homme normal. Nous nous bornerons de rappeler encore que la rigidité de déséquilibre de l'homme normal ressemble trait pour trait à celle du parkinsonien. Elle présente comme celle de celui-ci, une roue dentée.

« Le sujet normal ferme-t-il les yeux et, gardant les pieds joints, passe-t-il successivement et lentement de la station sur les talons à la station sur la pointe des pieds et vice versa, on voit tout comme chez le tabétique dans l'épreuve de Romberg aggravée, apparaître une rigidité du poignet avec crans d'arrêt scandant les mouvements provoqués. Moins le sujet observé sera un virtuose de l'équilibre, plus l'épreuve sera concluante. Certes, les crans d'arrêt que l'on fait ainsi artificiellement apparaître, sont un peu plus espacés que ceux mis en évidence chez le parkinsonien. Ils sont aussi plus rares, plus inconstants. Mais ce ne sont là que nuances sur lesquelles on ne saurait s'appuyer pour nier la parenté des deux phénomènes. Car la roue dentée du parkinsonien varie elle-même beaucoup suivant l'attitude considérée. La méthode graphique montre dans les deux cas une ligne ondulante à festons plus ou moins grands et plus ou moins nombreux... Si bien qu'en dernière analyse, ayant réussi à provoquer expérimentalement chez le normal une rigidité de déséquilibre avec roue dentée, nous en arrivons à penser que la rigidité parkinsonienne s'accompagne de roue dentée tout simplement, sans doute, parce qu'elle aussi, à sa manière, est une rigidité de déséquilibre ou plus exactement une rigidité dystasique. » (J. Froment et P. Dubouloz. *Journal de Médecine de Lyon* du 5 mai 1929.)

La rigidité de déséquilibre de l'homme normal varie suivant les plus légères modifications de l'attitude seg-

mentaire. Elle varie encore, semble-t-il, avec l'orientation du regard et même, autant qu'on a pu se rendre compte, avec l'orientation spatiale de la pensée. Tout ceci conduit à l'idée que nous avons déjà indiquée pour le pathologique, que pour partie importante, chez l'homme, le tonus de posture est sous la dépendance de réflexes du type conditionnel. Ceci semble particulièrement vrai pour cette partie du tonus de posture qui règle en quelque sorte les renforts de la statique.

Mais, arrivés en ce point des recherches, une question se pose. Ces renforts ne sont-ils réquisitionnés qu'en cas de déséquilibre vrai ? Ne pourrait-on pas en surprendre la mobilisation à titre simplement préventif, en d'autres termes — à côté de la rigidité de déséquilibre — ne peut-on pas mettre en évidence par le test du poignet une rigidité de simple vigilance ? Cette rigidité vigilante étant mise en évidence, ne peut-on démontrer plus nettement encore son caractère conditionnel ?

L'étude du parkinsonien nous ayant révélé l'importance de la réflectivité du type conditionnel dans la régulation du tonus de posture de l'homme, nous avons cherché avec M. le Professeur Froment à mettre leur existence et leur importance hors de doute chez le normal, par une expérience très simple.

Si l'on place un homme normal à l'angle d'une table parfaitement en équilibre, le dos tourné au vide, et si on lui met un bandeau sur les yeux, il est presque de règle que l'on alerte de ce seul chef, d'une manière toute particulière, sa musculature. Sur le sol, dans la même attitude, son poignet était souple ; sur la table

— dans l'attitude sus-mentionnée — il ne l'est plus au même degré. Le bras droit surtout est en vigilance ; il présente au poignet une rigidité discrète dont le sujet n'est d'ailleurs pas conscient. Sur 47 étudiants en médecine observés à cet égard : 22 présentaient une rigidité très nette du poignet ; 12 une rigidité légère ; 9 une rigidité discrète ; 4 seulement ne présentaient pas de rigidité notable.

Or, dans l'expérience sus-indiquée, l'individu se déclarait aussi bien en équilibre sur la table que sur le sol ; le polygone de sustentation était le même. De l'une à l'autre position, une seule chose changeait : la conscience d'un certain risque — d'ailleurs bien minime puisque l'observateur veillait à l'équilibre du sujet en observation et ne le perturbait en rien.

La rigidité discrète décelée par le test du poignet dans l'expérience que nous venons de relater, témoigne de l'intervention d'une rigidité de vigilance. Celle-ci n'est en somme qu'une variante de la rigidité de déséquilibre. Il n'y a pas ici déséquilibre, mais prévention de déséquilibre.

Une autre méthode applicable à l'homme normal peut encore nous renseigner sur le travail musculaire de stabilisation. Nous voulons dire le métabolisme basal qui permet d'évaluer le travail musculaire que comportent les diverses épreuves statiques.

Rappelons d'abord que Benedict et Murschauser observent chez le sujet debout, en position dite de repos, une élévation des dépenses caloriques de 10 à 12 % par rapport à la position couchée. La position du garde à vous élève par contre les dépenses de 19

à 26 %, tandis que la station assise ne l'augmente que de 5 à 7,5 %. Ces données peuvent être considérées comme classiques.

Il nous a paru intéressant de reprendre avec M. J. Froment et R. Cuche l'expérience relatée plus haut ; mais avec une variante. Ce n'est plus ici au test du poignet mais bien au métabolisme que nous avons demandé de nous renseigner sur l'état exact de la musculature posturale dans les attitudes suivantes : 1° en station debout sur le sol ; 2° en station debout avec le même écart des jambes, à l'angle d'une table parfaitement en équilibre, le dos tourné au vide ; dans les deux cas, le sujet a un bandeau sur les yeux.

Pour éviter toute addition de fatigue, le sujet (un étudiant en médecine bien portant de 22 à 25 ans) n'est pas soumis le même jour aux deux expertises. Après avoir établi le métabolisme basal, on recherche quel est après une demi-heure de station debout sur le sol. le taux du métabolisme. Quelques jours plus tard, après avoir refait le métabolisme basal, on établit le taux du métabolisme correspondant à la station debout à l'angle de la table.

On s'assure, cela va sans dire, que la table est parfaitement stable, ne subit pas la moindre oscillation. Le sujet sait exactement en quoi consiste l'expérience, il sait que l'observateur veille sur lui, il n'a donc aucune raison d'être si peu que ce soit ému de cette expérience qui ne lui fait courir aucun risque. Il se sent aussi stable sur la table que sur le sol, il n'a pas conscience d'une différence notable dans l'état de sa musculature.

Il n'en demeure pas moins que le taux du métabo-

lisme correspondant aux deux modes de la station, paraît dans la règle différer notablement. Voici les chiffres que nous avons relevés :

Métabolisme correspondant à	
Station debout sur le sol	Station debout à l'angle d'une table
+ 8 %	+ 25 %
+ 5 %	+ 25 %
+ 22 %	+ 27 %
+ 13 %	+ 13 %
+ 7 %	+ 16 %

Ainsi donc, dans 4 cas sur 5, la station debout à l'angle de la table, donne une augmentation de 5 à 20 % par rapport au métabolisme de la station debout sur le sol. N'est-ce pas la preuve que l'équilibre humain, bien différent de l'équilibre vrai, implique un travail de stabilisation assez variable, suivant les conditions mêmes dudit travail et suivant que l'individu se juge ou non en sécurité.

L'exhaussement du métabolisme n'est-il pas la preuve indiscutable que la musculature posturale est alertée par le sentiment d'insécurité, alors même qu'il n'y a pas insécurité vraie. C'est bien la démonstration de l'intervention dans la régulation statique de réflexes conditionnels. Il est à remarquer que celui des sujets en expérience qui a présenté le même métabolisme sur le sol et à l'angle de la table, nous a dit après coup qu'il était arrivé rapidement à faire complètement abstraction de l'endroit où on l'avait juché.

Quoique ne rentrant pas directement dans le cadre

de ce travail, il nous semble intéressant de rappeler quelques constatations faites par MM. J. Froment et R. Corajod quant aux variations du métabolisme basal dans le décubitus dorsal suivant que l'attitude du sujet était plus ou moins confortable. En décubitus dorsal sur planche, la tête basse reposant directement sur celle-ci, ils notent dans un de leurs cas une élévation du métabolisme aussi forte que pour la station debout. Dans un autre cas ils trouvent même un chiffre un peu plus élevé. Les deux sujets accusaient d'ailleurs une fatigue notable.

Quand, dans le même mode de décubitus, la tête était relevée par un étai de 20 cm., bien qu'il fût aussi dur que la planche elle-même, il n'y avait guère plus de fatigue que pour la station assise. Les chiffres de métabolisme étaient sensiblement les mêmes.

« Tout se passe comme si l'élévation du métabolisme basal était au prorata de l'inconfort. Ce n'est pas seulement dans les cas où la lutte antigravifique s'impose, que la musculature se mobilise. Il y a supplément de travail, dès que l'attitude est inconfortable, et pour autant qu'elle l'est. Il ne suffit pas à l'organisme d'être à l'abri de la chute, de jouir d'un équilibre qui, pour un objet inanimé, serait un équilibre parfait. Il a d'autres desiderata. La musculature qui est chargée de la défense des intérêts statiques, ne consent à une relative résolution que lorsque l'ensemble des conditions requises lui a été assuré. » (J. Froment et R. Corajod, *Journal de Médecine de Lyon*, 5 juin 1929.)

Dans leur étude du parkinsonien couché, J. Froment, R. Corajode et Mlle Feyeux avaient été conduits à des conclusions analogues. Ils avaient montré que

la rigidité parkinsonienne varie même dans le décubitus dorsal avec les plus légères modifications de l'attitude. Elle tend dans certaines conditions vers zéro mais en reste toujours assez distante. Elle suit les plus légères modifications de l'attitude générale et des attitudes segmentaires. (Nous renvoyons pour tout détail à leurs communications à la Société de Neurologie de Paris.) En décubitus dorsal comme debout, la rigidité parkinsonienne se règle donc sur l'attitude, la musculature travaille au maintien de la statique — si l'on peut s'exprimer ainsi — même en décubitus dorsal.

Il faut dans une certaine mesure assimiler au parkinsonien l'homme normal couché en attitude inconfortable.

« En réalité, chez tout homme en décubitus, qui ne dort pas, les muscles antigravidiqes restent en fonction, au ralenti. L'état de veille implique l'enclenchement du mécanisme neuro-musculaire auquel incombe le maintien de la statique. Seul le sommeil profond en produit le désenclenchement et automatiquement il le fait.

« C'est pourquoi l'homme qui s'endort au lit est souvent réveillé par une brusque secousse. Le relâchement de sa musculature statique dont il a eu conscience au moment où il passait du demi-sommeil au vrai sommeil, lui a donné l'impression de chute. Il s'est inconsciemment raidi, comme il le fait toutes les fois que sa statique est menacée par un risque de déséquilibre...

« L'éveil, c'est la mise en marche du stabilisateur automatique qui n'attend pas pour se déclencher que l'homme mette pied à terre. L'appareil neuro-musculaire de la statique — en fonction dès le réveil — est alerté. » (J. Froment. *Leçon inaugurale du cours de Pathologie interne*, Lyon, 1928.)

On est conduit en somme à l'idée que la réflectivité statique de l'homme est d'une extrême complexité et qu'elle lui est en grande partie personnelle. L'homme a des solutions du problème statique qui ne valent que pour lui. Sans doute retrouve-t-on chez lui les réflexes statiques de base que l'étude de l'animal a mis en évidence. Mais ces réflexes ont été considérablement remaniés et en quelque sorte adaptés aux desiderata humains. A ces réflexes de base se sont superposés des réflexes du type conditionnel — qui existent déjà — nous l'avons vu — chez l'animal mais qui ici ont pris une importance primordiale.

C'est ainsi que la réflectivité statique est devenue chez l'homme pour part importante, réflectivité cérébrale.

Conclusions

I. — Les conditions de la station debout diffèrent trop de l'animal à l'homme pour que ce qui est vrai de l'un le soit aussi de l'autre. L'étude du mécanisme de la station debout chez l'animal s'est, il est vrai, prêtée à des recherches expérimentales d'une extrême précision, dues surtout à Sherrington, Magnus, de Kleyn, Rademaker. Mais si importantes que fussent les notions ainsi acquises, on ne doit les appliquer à l'homme qu'avec la plus grande réserve. Pour ce qui a trait à la station debout il ne diffère guère moins de l'animal — même s'il s'agit du singe et à fortiori du chien ou du chat plus spécialement étudiés — que l'animal entier ne diffère du décérébré. Si les réflexes statiques de base se retrouvent de l'un à l'autre, il s'y superpose des réflexes statiques supérieurs d'organisation toute spéciale et d'importance primordiale que l'on ne peut rejeter au second plan.

C'est donc vers l'étude de l'homme normal ou pathologique qu'il faut nécessairement se retourner pour déterminer son mode d'organisation de la station debout.

II. — La réfectivité statique de l'homme implique l'intégrité de la voie motrice périphérique, *dernière étape commune* ; elle reste plus ou moins indépen-

dante de la voie pyramidale, voire même, bien qu'à un moindre degré, des voies cérébelleuses.

Elle paraît par contre requérir l'intégrité de tout ou partie du système strié ainsi qu'en témoignent les spasmes de torsion, la dysbasia lordotica et la rigidité parkinsonienne. Bien entendu les renseignements périphériques qui affluent surtout par les racines postérieures, sont de première importance.

La réflectivité statique peut être troublée sans qu'il y ait ni paralysie, ni hypotonie ou hypertonie permanentes, ni perturbation d'aucune autre des réflectivités connues et expertisables.

III. — Le phénomène de la poussée met en évidence une des réactions d'équilibre de l'homme. L'étude par le test du poignet des rigidités de déséquilibre et des rigidités dystasiques en met d'autres en évidence.

Aux réflexes statiques à minima qui laissent aux membres le maximum d'indépendance et de liberté — s'opposent en effet les réflexes statiques à maxima qui plus ou moins les immobilisent et les rigidifient.

A l'état normal, toute statique litigieuse provoque une rigidité de déséquilibre que décèle le test du poignet et qui paraît être l'équivalent physiologique de la rigidité parkinsonienne. Tous les autres déséquilibres pathologiques s'accompagnent de rigidités décelables par le test du poignet : elles ne diffèrent que par les conditions qui les font apparaître ou disparaître. Le normal présente encore de la rigidité de vigilance à titre préventif, c'est-à-dire quand il n'y a pas déséquilibre réel, mais quand celui-ci est simplement tenu pour éventuel.

La rigidité parkinsonienne, son équivalent physiologique, la rigidité de vigilance et par suite le tonus de posture ont un taux incessamment variable et par suite s'accompagnent de roue dentée. Ils varient non seulement dès que si peu que ce soit change la posture — et elle ne cesse de le faire — mais encore dès que se modifient des conditions plus subtiles telles que l'orientation spatiale de la pensée.

IV. — On est donc conduit à l'idée que la réflectivité statique de l'homme est d'une extrême complexité. Il a des solutions du problème statique qui ne valent que pour lui. Les réflexes de base que l'on retrouve ont été considérablement remaniés : ils ont été adaptés aux desiderata humains. Il s'y est superposé des réflexes du type conditionnel qui existent déjà chez l'animal mais qui ont pris ici une part prédominante.

La station debout chez l'homme semble par suite être en grande partie réglée par des réflexes cérébraux.

<i>Vu :</i>	LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
LE DOYEN,	J. FROMENT.
JEAN LEPINE.	

Vu et permis d'imprimer

LYON, le 30 Mars 1933.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ

Pour le Recteur et par délégation :
Le Vice-Président du Conseil de l'Université
L. JOSSERAND.

Bibliographie ⁽¹⁾

- BABINSKI (J.). — De l'asynergie cérébelleuse. *Revue Neur.*, 1898, 806; 1901, 260 et 422.
- Equilibre volitionnel statique et cinétique. *Revue Neurologique*, 1902, 470.
- BAZETT et PENFIELD. — A Study of the Sherrington decerebrate animal in the chronic as well in the acute condition. *Brain* XLV, p. 185 (1922).
- BERITOFF. — On the mode of origination of labyrinthine and cervical tonic reflexes and on their part in the reflex reactions of the decerebrate preparation. *Quart. J. expér. Physiol.* IX, p. 199, 1914.
- BERNIS et SPIEGEL. — *Obersteiners Arbeiten*. XXVII, p. 197; 1925.
- BOHME (A.) et WEILAND (W). — Einige Beobachtungen über die Magnusschen Hals und Labyrinthreflexe beim Menschen. *Z. Neur.* XLIV, p. 94; 1910.
- BREMER (F.). — Le tonus musculaire et le mécanisme réflexe de la station debout. *Revue de l'Université de Bruxelles*, 1928-29, N° 2.
- Le tonus musculaire. *Ergebnisse der Physiologie*, XXXIV, p. 677; 1932.
- BROWN GRAHAM. — Die Grosshirnhemisphären. *Handbuch der norm. und path. Physiologie*. X, p. 418. Berlin, Julius Springer, 1927.

(1) On trouvera une bibliographie complète de la question dans le livre *Das Stehen* de Rademaker, Berlin, J. Springer, 1931.

- BRUNSCHWEILER. — *Archives Suisses de Neurol. et Psych.*,
N° dédié au Congrès international de Neurol. de
Berne, 1931.
- COBB'S. — Review on the tonus of skeletal muscle. *Phys.*
Rev., IV, p. 518; 1925.
- DELMAS-MARSALET. — *Les Réflexes de postures élémentai-*
res. Etude physio-clinique, Paris, Masson, -927.
- Variations des réflexes de posture élémentaires, en
fonction de l'attitude générale du parkinsonien. *Soc.*
de Neur. de Paris, 1^{er} décembre 1927, et *Rev. Neur.*,
1927, t. II, p. 1-22.
- Les Réflexes de posture élémentaires. Rapport au
XXXIV^e Congrès des Aliénistes et Neurologistes de
France et de pays de langue française. Lille, 1930.
- DUCHENNE, de Boulogne. — *Physiologie des mouvements*.
Paris, Baillière, 1867.
- EDINGER (L.) et FISCHER (B.). — Ein Mensch ohne Grosshirn.
Pflügers. Arch. CLII, p. 1; 1913.
- FORSTER (O.). — Schlaaffe und Spastische Lähmung in *Han-*
buch der Normalen und path. Physiol. X, 893.
- FOIX (Ch.). — Réflexes toniques de posture. *Rev. Neur.*,
1921, p. 840.
- Sur le tonus et les contractures. *Rev. Neur.*, 1924,
II, p. 1.
- FOIX (Ch.) et THEVENARD. — Les réflexes de posture. *Rev.*
Neur., 1923, t. I, p. 449.
- Réflexes de posture et réflexes d'attitude. Posture
générale, le phénomène de la poussée, et la posture
locale. *Presse Médicale*, 30 déc. 1925.
- FREEMAN, WALTER et MONIN (P.). — L'influence des ré-
flexes toniques du cou sur les synsinésies. *Rev. Neur.*
1923, p. 452.

FROMENT et CARILLON. — La dysbasia lordotica, dite spasme de torsion et son mécanisme physiologique. XXIX^e Congrès des Aliénistes et Neurologistes de langue française. Paris, 29 mai 1925 (semaine Charcot).

- Qu'est-ce que la dysbasia lordotica, dite spasme de torsion ? *Journal de Médecine de Lyon*, 20 juin 1925, p. 339-351.

FROMENT, GARDÈRE (H.) et M^{me} VINCENT-LOISON. — Résistance des antagonistes et roue dentée parkinsoniennes. Etude myographique de leurs variations en fonction de l'attitude statique. *Société de biologie* (réunion de Lyon), 21 déc. 1925.

FROMENT et DELORE (P.). — Le tremblement parkinsonien n'est pas un tremblement de repos. *Société de Neurologie de Paris*, 7 janvier 1926, et *Revue Neurologique*, 1926, t. I, p. 46-51.

FROMENT et GARDÈRE (H.). — La rigidité parkinsonienne et la roue dentée s'effacent au repos. Leur caractère dystatique. *Société de Neurologie de Paris*, 7 janv. 1926, et *Revue Neurologique*, 1926, t. I, p. 51-53.

- De la kinésie paradoxale parkinsonienne, des paradoxes striés et des perturbations de la fonction de stabilisation. *Société de Neurologie de Paris*, 7 janv. 1926, t. I, p. 53-58.

- Test du poignet figé et troubles de l'équilibre. Stabilisation a minima et stabilisation renforcée. *Société de Neurologie de Paris*, 4 mars 1926, et *Revue Neurologique*, 1926, t. I, p. 347-350.

- Parkinsonisme fruste et perte des mouvements automatiques associés sans rigidité apparente. De la rigidité latente et des moyens de la rendre évidente. *Société de Neurologie de Paris*, 6 mai 1926, et *Revue Neurologique*, 1926, t. I, p. 658-664.

FROMENT et M^{me} VINCENT-LOISON. — La rigidité parkinsonienne a-t-elle pour équivalent physiologique la rigidité de déséquilibre que provoque incidemment,

chez le normal et le non-parkinsonien toute statique litigieuse ? *Soc. de Neur. de Paris*, 3 juin 1926, et *Rev. Neur.*, t. I, p. 1206-1213; 1926.

FROMENT et CHAIX (A.) — Rigidité et roue dentée, suivant l'attitude statique du parkinsonien varient dans le même sens ou en sens contraire. *Soc. de Neur. de Paris*, 4 nov. 1926, et *Revue Neur.*, 1926, t. II, p. 442-445.

— La roue dentée appartient-elle en propre à la rigidité parkinsonienne ou est-elle le fait de toute rigidité de déséquilibre ? *Soc. de Neur. de Paris*, 4 nov. 1926, et *Revue Neur.*, 1926, t. II, p. 440-442.

— Parkinsonisme et dystasie. *Journal de Médecine de Lyon*, 20 déc. 1926, p. 603-612.

FROMENT et PAUFIQUE. — La rigidité parkinsonienne et ses variations d'intensité au cours de l'épreuve de Romberg simple ou modifié. *Soc. de Neur. de Paris*, 31 mai 1927, et *Revue Neur.*, 1927, t. I, p. 1064-1068.

— La rigidité parkinsonienne ne peut-elle pas être atténuée par prothèse ? *Soc. Méd. des Hôpitaux de Lyon*, 28 juin 1927, et *Presse Méd.*, 1927, N° 61, p. 952.

— La rigidité parkinsonienne n'est-elle pas le témoin de l'involution des réflexes statiques ? *Soc. de Neur. de Paris*, 1^{er} déc. 1927, et *Revue Neur.*, t. II, 1927, p. 664-670.

FROMENT (J.) et CHAIX (A.). — Tonus statique et sommeil. VIII^e Réunion internationale de la Soc. de Neur. de Paris, 1^{er}-2 juin 1927, et *Rev. Neur.*, 1927, t. I, p. 874-877.

FROMENT (J.). — L'homme debout. Régulation de la statique. Ses troubles. *Leçon inaugurale du cours de pathologie interne* (Lyon, 9 janvier 1928), in *extenso* in *Revue de l'Université de Lyon*, mars 1928, et fragmentaire in *Presse Médicale*, 30 juin 1928, p. 817-820.

FROMENT (J.) et THIERS (H.). — Les attitudes du bras que tend à maintenir la rigidité parkinsonienne sont celles que commandent vigilance et logique statique. *Soc. de Neur. de Paris*, 6 déc. 1928, et *Revue Neur.*, 1928, t. II, p. 909-912.

FROMENT (J.), PAUFIQUE (L.) et THIERS (H.). — La rigidité parkinsonienne se déplace quand changent la direction des yeux et le point qu'ils fixent. *Soc. de Neur. de Paris*, 6 déc. 1928, et *Revue Neur.*, 1928, t. II, p. 912-913.

FROMENT (J.) et DUBOULOZ (P.). — La rigidité parkinsonienne et le signe de la pancarte. Caractère conditionnel des réflexes statiques. *Soc. de Neur. de Paris*, 6 déc. 1928, et *Revue Neur.*, 1928, t. II, p. 913-915.

— Rigidité parkinsonienne et rigidité du déséquilibre varient au bras, dès que l'attention prend une direction nouvelle. *Soc. de Neur. de Paris*, 7 fév. 1929, et *Revue Neur.*, 1929, t. I, p. 255-257.

FROMENT (J.), CORAJOD (R.) et FEYEU (M^{lle} A.). — La musculature du parkinsonien travaille au maintien de la statique même en décubitus dorsal. Le métabolisme musculaire est vicié. *Soc. Neur. de Paris*, 7 février 1929, et *Revue Neur.*, 1929, t. I, p. 257-262.

FROMENT (J.), FEYEU (M^{lle}) et LAUTRETTE. — L'hypertonie parkinsonienne et l'hypertonie pyramidale ne diffèrent-elles pas en tout ? *Rev. Neur.*, 1931, t. I, p. 624-628.

— Qu'implique au juste le terme d'hypertonie ? *Rev. Neur.*, 1931, t. I, p. 628-631.

— Du tonus musculaire de l'homme. Multiplicité polymorphie et indépendance de ses réactions toniques. *Congrès Neur. internat. Berne*, 1931, et *Rev. Neur.*, 1931, t. II, p. 416-418.

FROMENT, ROUGIER (M^{lle}) et MORELOU. — Comment la strychnine peut-elle aux mêmes doses amoindrir l'hypertonie pyramidale, assouplir l'hypertonie de la

chorée et calmer son agitation ? *Rev. Neur.*, 1931, t. I, p. 617-624.

FROMENT. — Comment, du point de vue physio-clinique concevoir l'hypertonie parkinsonienne. *Congrès Neur. intern. Berne*, 1931, et *Rev. Neur.* 1931, t. II, p. 418-419.

— Contractures et hypertonies. Ce qui caractérise et différencie leurs principaux types cliniques. *Journ. de Méd. de Lyon*, 20 juin 1931.

FROMENT (J.) et DUBOULOZ (P.). — Attitudes debout, tonus de postures et réflexes statiques. Du mécanisme qui, automatiquement chez l'homme, stabilise les attitudes et règle l'adaptation aux divers modes statiques. *Journal de Méd. de Lyon*, 5 mai 1929.

FROMENT et SPINDLER (B.). — Le tonus postural de l'homme est, en partie, réglé par des réflexes conditionnels. Sa rigidité de vigilance en dépend. *Soc. de Neur. de Paris* et *Rev. Neur.*, N° 6, juin 1932.

FROMENT, CUCHE (R.) et SPINDLER (B.). — L'insécurité statique — sans déséquilibre ni émotion — alerte inconsciemment la musculature posturale et y exhausse parfois notablement le métabolisme d'un homme debout. *Soc. de Neur. de Paris*, et *Rev. Neur.*, juin 1932, N° 6.

FROMENT. — Le tonus musculaire de l'homme. Qu'est-il, en fait, et comment peut-on concevoir son mode de régulation ? *Journal de Méd. de Lyon*, 20 juin, 1932.

FROMENT et MAYOUD (R.). — La déviation de l'index, dans l'épreuve de la déviation dite spontanée, dépend de réflexes statiques cérébraux de type conditionnel non moins que des réflexivités cérébelleuse et labyrinthique. *Soc. de Neur. de Paris* et *Rev. Neur.*, t. I, N° 2, février 1933.

FULTON (J.-F.) et LIDDELL. — The mechanism of the postural contraction (tonus) of the skeletal muscle. *Proc. Soc. expér. Biol. et Méd.*, XXIII, p. 700, 1926.

- GAMPER (Ed.). — Klinische Beobachtungen über einen Fall von Arhinenzephalie XIV. *Jahresvers. deutsch. Nervenärzte*, Innsbruck, 1924.
- Bau und Leistungen eines menschlichen Mittelhirnwesens. *Z. Neur.* VIV, 117; 1926.
- GOLDFLAM'S. — Paradoxe Kontraktion. *Z. Neur.* LXXVI, 521, 1922.
- Dehnungskontraktion der Antagonisten. *Z. Neur.* LXXVI, 521, 1922.
- GOLDSTEIN (K.). — Über Halsreflexe beim Menschen. *Zbl. Neur.* XXX, 413, 1922.
- GOLDSTEIN et RIESE (W.). — Über induzierte Tonusveränderungen beim Menschen. *Klin. Wschr.* 1923, 1201.
- GOLDETEIN. — Das Kleinhirn in *Handbuch der norm. und path. Physiol.*, tome X, 222. Berlin, J. Springer, 1927.
- *Zbl. Neur.*, XLI, 715, 1925.
- GOPCEVITSCH (M.). — L'hypotonie statique. *Thèse de Paris*, 1930.
- HOFF (H.) et SCHILDER. — *Die Lagereflexe des Menschen*. Wien, J. Springer, 1927.
- HOFFMANN (P.). — *Eigenreflexe*. J. Springer, Berlin, 1922.
- JARKOWSKI. — La réaction des antagonistes dans le syndrome parkinsonien. *Rev. Neurol.*, 1921 ; 613.
- KARPLUS et KREIDL. — Über Totalexstirpation einer oder beider Grosshirnhemisphären beim Affen. *Arch. für Anat.*, 1914, 155.
- DE KLEYN et MAGNUS. — *Pflügers Arch.*, CXLVII, 403 ; 1913.
- *Pflügers Arch.* CXLV, 455 ; 1912.
- *Pflügers Arch.* CLX, 429 ; 1915
- DE KLEYN. — *Pflügers Arch.* CLXXX, 291.
- *Pflügers Arch.* CLXXXVI, 39 ; 1921.
- LANDAU. — Über einen tonischen Lagereflex beim altern Säugling. *Klin. Wschr.* II, 1253 ; 1923.
- *Zbl. Neur.* XL, 372 ; 1925.

- LERI (André). — Un phénomène réflexe du membre supérieur. « Le signe de l'avant-bras. » *Rev. Neur.*, I, 277 ; 1913.
- LÉVY. — *Die Lehre vom Tonus und der Bewegungs.* Berlin, J. Springer, 1923.
- L'HERMITE. — *La section totale de la moelle dorsale.* Bourges, Tardy-Pigelet et Fils, 1919.
- LIDDELL (E.-G.) et SHERRINGTON. — Reflexes in response to stretch. *Proc. roy. Soc. Londres*, XCVI, 212 ; 1924.
- MAGENDIE. — *Précis élémentaire de Physiologie.* Paris, 1825.
- MAGNUS (R.). — *Körperstellung.* J. Springer, Berlin, 1924.
- Some results of studies in the physiology of posture. *Lancet*, 1926, 531, 585.
- *Pflüger. Arch.* CXLIX, 447 ; 1913.
- *Pflüger. Arch.*, CLIX, 157 ; 1914.
- *Pflüger. Arch.* CLXIII, 405 ; 1916.
- *Pflüger. Arch.* CLXXIV, 134 ; 1919.
- MARIE (P.) et FOIX (Ch.). — Les syncinésies des hémiplégiques.
- MARINESCO et RADOVICI (A.). — Idiotie amaurotique et rigidité décérébrée. *L'Encéphale*, XVIII, 145 ; 1914.
- Contribution à l'étude des réflexes profonds du cou et des réflexes labyrinthiques. *Rev. Neurol.*, 1924.
- MINKOWSKI (M.). — Sur les mouvements, les réflexes et les réactions du fœtus humain de 2 à 5 mois et leurs relations avec le système nerveux fœtal. *Rev. Ueurol.*, 1922, 1105.
- *L'état actuel de l'étude des réflexes.* Paris, Masson, 1927.
- PAVLOV. — *Les réflexes conditionnels. Etude objective de l'activité nerveuse supérieure des animaux.* Paris, Alcan, 1927.
- *Leçons sur l'activité du cortex cérébral.* Paris, Amédée Legrand, 1927.
- PEHU, DECHAUME (J.), MORIN (L.) et WEIGERT. — *Lyon Médical*, 1932, CXLIX, 202.

- PEIPER (A.) et ISBERT (H.). — Über die Körperstellung des Säuglings. *Jb. Kinderheilk*, CXV, 142, 1927.
- PETTE (H.). — *Dtsch. Z. Nervenheilk*, LXXXVI, 193, 1925.
— *Zbl. Neur*, XLVIII, 1927.
- PHILIPPSON. — *L'autonomie et la centralisation dans le système nerveux des animaux*. Bruxelles, 1905.
- PIÉRON. — Les formes et le mécanisme nerveux du tonus. *Rev. Neurol.*, 1920, 986.
- PRITSCHARD et BLAKE (A.). — Die Stützreaction. *Pflügers Arch.*, CCXIV, 148, 1926.
- RADEMAKER (G.-G.-J.). — *Das Stehen*. J. Springer, 1931.
— *Die Bedeutung der roten Kerne und des übrigen Mittelhirns für Muskeltonus, Körperstellung und Labyrinthreflexe*. Berlin, J. Springer, 1926.
— La signification des noyaux rouges et du reste du mésencéphale pour le tonus musculaire, les attitudes normales et les réflexes labyrinthiques. *Rev. d'O. N. O.*, III, 1, 1925.
- RAYMOND et CESTAN (R.). — Sur un cas d'endothéliome épithélioïde du noyau rouge. *Rev. Neur.*, X, 463, 1902.
— Sur un cas de papillome épithélioïde du noyau rouge. *Rev. Neurol.*, XIV, 81, 1902.
- RIDDOCH. — *Brain*, XL, 264, 1918.
- RIESSER (O.). — Der Muskeltonus, *Handb. der norm. u. path. Phys.*, t. VIII, I, 192. J. Springer, 1925.
- RICHER (P.). — *Physiologie artistique de l'homme en mouvement*. Paris, O. Doin, 1895.
- ROMAND (M.). — La rigidité décérébrée. Thèse de Lyon, 1932.
- SCHALTENBRAND. — Normale Bewegungs — und Lagereaktionen bei Kindern. *Deutsch. Z. Nervenheilk*, LXXXVII, 24, 1925.
— *Deutsch. Z. Nervenheilk*, LXXXIX, 82, 1925.
— *Deutsch. Z. Nervenheilk*, C., 165, 1927.
- SCHOEN (R.). — Die Stützreaktion. *Pflügers Arch.*, CCXIV, 21, 1926.
— *Pflügers Arch.*, CCXIV, 48, 1926.

- SCHWAB (O.). — Über Stützreaktionen beim menschein.
Z. Neur., CVIII, 585, 1927.
- SHERRINGTON. — Decerebrate rigidity and reflex coordination of movements. *J. of Physiol.*, XXII, 318, 1898.
- On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. *Brains*, XXIX, 467, 1906.
- *The integrative action of the nervous system*. II^e éd., Londres, 1920, Milford.
- On plastic tonus and proprioceptive reflexes. *Quart J. exper Physiol.*, II, 109, 1909.
- Flexion reflex of the limb, crossed extension reflex, and reflex, stepping and standing. *Quart. J. eper. Physiol.*, XL, 28, 1910.
- Postural activity of muscle and nerve. *Brain*, XXXVIII, 191, 1915.
- SIMONS (A.). — Kopfhaltung und Muskeltonus. *Zbl. Neur.* XXXIX, 132 et 256, 1920.
- SPATZ. — Physiologie und Pathologie der Stammganglien. *Haudb. der norm. u. path. Phys.*, tome X, J. Springer, Berlin, 1927.
- SPIEGEL (E.). — *Der Tonus der skelettmuskulatur*. Berlin, J. Springer.
- STENVERS. — Un « stellreflex » du bassin chez l'homme. *Arch. Neerl. Physiol.*, II, 699, 1918.
- THEVENARD. — *Dystonies d'attitude*. Paris. G. Doin et Cie, 19026.
- THEVENARD. — Le phénomène de la poussée-réflexe d'attitude. — *Rapport au Congrès intern. de Neurologie*, 1931, Berne et *Revue Neurol.*, 1931, t. II.
- THIELE. — *J. of Physiol.*, XXXII, 358, 1903.
- THOMAS (André). — *Le cervelet. Etude anatomique, clinique et physiologique*. Paris, Steinheil, 1897.
- *La fonction cérébelleuse*. Paris, Doin et fils, 1911.
- Extensibilité et réflexe antagoniste. *Paris Médical*, 1922, 323.

- Pathologie du cervelet. In *Nouveau Traité de Méd.*, Roger, Widal, vol. XXXIX, 755, Paris, Masson et Cie, 1925.
- TURNER (Violet). — *Brit. J. Childr. Dis.*, XIII, 261, 1916.
- URECHIA (C.) et MIHALESCO (S.). — Un cas de rigidité congénitale avec autopsie. *Bull. et Mém. Soc. Méd., Hôp. Paris.*, 1926, n° 40, 1778.
- WALSHE (F.-M.-R.). — A case of complete decerebrate rigidity in man. *Lancet*, CCV, n° 13, 644, 1923.
- La rigidité décérébrée de Sherrington et ses relations avec la rigidité musculaire d'origine pyramidale et extrapyramidale chez l'homme. *Encéphale*, 1925, fasc. 2, 73.
- *Brains*, XLVI, 1, 1923.
- WEBER (Ed. et W.). — *Mechanik der menschlichen Gewerkezeuge*. Göttingen, 1873.
- WEED (L.-H.). — Observations of decerebrate rigidity. *J. of Physiol.*, XLVII, 205, 1914.
- WILSON, KINNIER. — On a decerebrate rigidity in man and the occurrence of tonic fits. *Brains*, XLV., 220, 1922.
- *Lancet*, 4, 11, 25 juillet, 1^{er} et 8 août 1925.
- ZINGERLE (N.). — Über Stellreflexe und automatische Lageänderungen des Körpers beim Menschen. *Klin. Wchschr.*, III, 41, 1924.
- *J. f. Psychiatrie*, XXXI, 330, 1926.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIERE PARTIE. — La station debout et les réactions d'équilibre de l'animal	1
CHAPITRE PREMIER. — Généralités. La station debout de l'animal spinal et du décérébré	3
CHAPITRE II. — Etude expérimentale des réflexes statiques et des réactions d'équilibre de l'animal	9
CHAPITRE III. — Du tonus musculaire et des réflexes proprioceptifs	51
CHAPITRE IV. — La fonction statique de l'animal et son organisation anatomo-physiologique	57
DEUXIEME PARTIE. — La station debout et les réflexes statiques de l'homme	69
CHAPITRE PREMIER. — Conditions particulières de la station debout	71
CHAPITRE II. — Ce qui — des réflexes statiques de l'animal et de l'homme — peut être mis en regard	79
CHAPITRE III. — Station debout et réflexes statiques à minima	95
CHAPITRE IV. — La rigidité de déséquilibre à l'état pathologique et réflexes statiques à maxima	113

CHAPITRE V. — Essais d'étude expérimentale chez l'homme normal. Réactions d'équilibre. Rigidité de vigilance. Importance dévolue aux réflexes sta- tiques du type conditionnel	123
CONCLUSIONS	135
BIBLIOGRAPHIE	139

